ТЕХНИЧЕСКОЕ ТВОРЧЕСТВО

ТЕХНИЧЕСКОЕ ТВОРЧЕСТВО

Пособие для руководителей технических кружков

Издательство ЦК ВЛКСМ
„МОЛОДАЯ ГВАРДИЯ"
1956

Авторы сборника:

Брагин В. П., Булатов Н. П., Гаршенин В. Г., Павлов П. С., Сметанин Б. М., Цейтлин Н. Е., Шаферов В. П.

Составитель Б. М. Сметанин

ПРЕДИСЛОВИЕ

XX съезд Коммунистической партии Советского Союза наметил в текущем пятилетии пути перехода к осуществлению политехнического обучения в средней школе.

Политехнизация школы является делом большой политической важности. Она вызвана развитием всего нашего народного хозяйства, всей нашей советской действительностью.

Состоявшийся в июле 1955 года Пленум ЦК КПСС наметил программу дальнейшего развития социалистической промышленности. Важнейшая задача состоит в том, чтобы наравне с обеспечением выполнения народнохозяйственного плана всемерно повышать технический уровень производства.

Пленум определил, что «основным условием решения этой задачи должно быть резкое повышение темпов технического совершенствования во всех отраслях промышленности на базе электрификации, комплексной механизации и автоматизации производственных процессов, внедрения новейших высокопроизводительных станков, машин и аппаратов, постоянного совершенствования технологии производства, применения атомной энергии в мирных целях».

Высокая техника, электрификация страны, строительство величайших в мире сооружений требуют, чтобы каждый советский человек был высококвалифицированным, обладал большой культурой труда, широким политехническим кругозором.

Осуществление политехнического обучения дает возможность каждому оканчивающему школу свободно выбрать себе профессию, подготовиться к будущей практической деятельности, овладеть элементами общей трудовой культуры.

Политехническое обучение осуществляется прежде всего в процессе преподавания основ наук в школе. Но особенно большие возможности для расширения политехнического кругозора школьников и подготовки их к практической деятельности открывает внеклассная и внешкольная работа.

В многочисленных технических кружках, которые организуются на основе широкой самодеятельности учащихся, с учетом их интересов и склонностей, углубляются теоретические знания пионеров и школьников, совершенствуются их умения и навыки.

Работа технических кружков тесно связана с работой пионерской организации, которая должна уделять серьезное внимание трудовому воспитанию школьников.

В целях поощрения пионеров, занимающихся техническим творчеством, ЦК ВЛКСМ утвердил нагрудный значок «Юный техник». Этот значок присуждается советом пионерской дружины тем пионерам, которые успевают, активно участвуют в работе технического кружка в школе или внешкольном учреждении по радиофикации школы, детского дома, колхоза. Значок вручается пионерам, которые изготовили прибор или учебное наглядное пособие, построили модель машины или механизма, изучили устройство одной из машин: автомобиля, мотоцикла, трактора, комбайна, сеялки, станка, электродвигателя, киноаппарата. Вручает значок старший пионерский вожатый или председатель совета дружины.

Об огромном интересе пионеров и школьников нашей страны к науке и технике, к мастерству свидетельствует развитие детского технического творчества.

Творчество юных техников разнообразно. Своими умелыми руками они создают наглядные пособия и приборы, увлекательные действующие модели и макеты, аппаратуру по автоматике и телемеханике.

Конструируя модель, изучая принцип действия настоящей машины, юные техники на практике знакомятся с физическими законами, изучаемыми в школе, и приобретают первые навыки электромонтажных работ. Так, строя модель самолета с резиновым моторчиком, юные техники знакомятся с конструкцией настоящего самолета и основными принципами его полета.

Уже первые маленькие несложные модели юных техников часто приобретают общественно-полезную значимость. Электрический моторчик служит пособием на уроке физики, простейший детекторный приемник устанавливается в избе колхозника. По мере того как кружковец накапливает технические знания и навыки, конструкции его моделей усложняются, возрастает и их общественно-полезное значение. Юные любители техники оборудуют физические кабинеты сложными самодельными приборами, сооружают ветроэлектростанции, радиофицируют школы, дома колхозников. Так своими маленькими делами пионеры и школьники участвуют в общем труде всего народа.

Работа в техническом кружке часто предопределяет и выбор профессии. «Мой путь в радио начался в колхозе, где я впервые почувствовал результат своего труда. Кто бы мог подумать, что первый, совсем простой детекторный приемник определит в будущем мою профессию».

Автор этого письма вместе со своими товарищами, юными радиолюбителями столицы, участвовал в 1947 году в изготовлении детекторных приемников, которые были установлены в двух колхозах Московской области. Этим замечательным общественно-полезным трудом школьники внесли свой посильный вклад в радиофикацию нашей страны.

Почин москвичей был подхвачен многими юными радиолюбителями Союза. Тысячи приемников заговорили в домах колхозников, многие сельские районы были полностью радиофицированы. Широкое развитие получает школьная радиофикация.

В Москве, Киеве, Харькове, Баку, Тбилиси, Владивостоке и других городах работает много школьных радиоузлов. Школьное радиовещание способствует расширению знаний учащихся по физике, вовлекает их в интересные и полезные творческие дела, дисциплинирует и организует пионеров и школьников, помогает советской школе решать задачу политехнического обучения.

Выполнение школьниками подобных общественно-полезных дел является важным содержанием работы технических кружков.

В письме, полученном из Дубровинской школы Новосибирской области, говорится:

«Утром, как обычно, первыми явились в школу дежурные по детской электростанции «Комсомолец». Ребята умело запустили движок, включили ток в школьную электросеть, проверили, обеспечен ли питанием самодельный школьный радиоузел, и, убедившись, что электростанция работает нормально, направились в классы».

Юные техники этой школы сами построили школьную электростанцию, выполнили электромонтажные работы, собрали и оборудовали школьный радиоузел. Электрификация школы позволила развернуть увлекательную работу в школьных технических кружках, где юные техники изготовили много наглядных пособий и приборов.

Электрификация сельских школ самодельными ветросиловыми и механическими установками находит у нас в стране самое широкое распространение. Малые электростанции дают ток для зарядки аккумуляторов, питания радиоустановок, проведения опытов на уроках физики, позволяют осветить школьную библиотеку или избу-читальню и даже дома колхозников.

Учащиеся Быстрицкой школы Сталинской области (УССР) сначала электрифицировали свою школу ветроэлектрической установкой малой мощности. Позднее школа приобрела генератор электрического тока мощностью в 2 *квт*. Для его работы на реке были построены плотина и водяное колесо. После того как закончились электромонтажные и линейные работы, малая ГЭС дала первый ток и осветила школу и дома учителей. Еще через год школьной электростанцией заинтересовался колхоз, и мощность станции была увеличена. В школе заработал радиоузел, кинозал, появилась еженедельная световая газета. Работа увлекла всех учащихся школы.

Электрифицировали свои школы и юные техники Падинской школы Краснодарского края, Александровской школы Чкаловской области, Овсянниковской школы Барнаульской области и многие другие.

Одной из доступных форм общественно-полезного труда городских и сельских школьников является изготовление учебно-наглядных пособий и приборов для школы. Около 5 тысяч физических приборов сдела-

ли учащиеся Ростовской области; 5 800 приборов — школьники Свердловской области.

Пионеры и школьники Московской области помогли оборудовать 232 физических кабинета и изготовили около 7,5 тысячи различных приборов и наглядных пособий.

В 6-й школе Баку можно увидеть огромные шкафы, заполненные самодельными физическими приборами и установками. Руками юных техников здесь создано более тысячи приборов. Демонстрация самодельных приборов на уроке физики стала в этой школе правилом.

Во многих школах Москвы, Челябинска, Свердловска, Горького и других городов пионеры и школьники мастерят самые разнообразные приборы, демонстрирующие различные законы физики.

За последние годы многие школы приобрели киноустановки и организовали подготовку юных киномехаников. Занимаясь в кружке, школьники с большим интересом изучают узкопленочные киноустановки и различные проекционные устройства.

Подобные кружки нашли широкое распространение в школах и внешкольных учреждениях Москвы, Ленинграда, Костромы, Кирова, Ярославля, Сталинабада, Алма-Аты, Иванова и других городов.

Кружки юных киномехаников позволяют организовать в школах интересную новую форму работы — кинолекторий. Юные киномеханики демонстрируют в своих школах короткометражные научно-популярные кинофильмы, которые знакомят учащихся с достижениями советской науки, техники, самоотверженным трудом советских людей. Часто сразу же после просмотра фильма происходит встреча пионеров и школьников с передовиками промышленности и сельского хозяйства, со специалистами и учеными.

Например, одна из тем кинолектория — «От ракеты до реактивного самолета» — сопровождалась демонстрацией кинофильма «Быстрее звука». Затем у экрана выступили авиационный конструктор и летчик реактивного самолета. В увлекательной популярной форме они рассказали об успехах советской авиации и своей работе. Организация такого кинолектория — большое общественное дело. Юные техники не только изучают устройство киноаппарата, но и проводят серьезную массовую работу.

Поставленные партией и правительством задачи дальнейшей механизации сельского хозяйства и подготовки кадров механизаторов требуют от руководителей кружков и работников внешкольных учреждений особого внимания. В технических кружках необходимо прививать учащимся интерес к сельскохозяйственному труду, к работе механиков, трактористов, комбайнеров и т. д.

Много лет в Омске работает кружок юных механизаторов сельского хозяйства. Юные трактористы, комбайнеры, электротехники изучают сельскохозяйственные машины, учатся владеть кузнечным, слесарным инструментом, управляют различными станками. Зимой юные механизаторы изучают сельскохозяйственные машины и строят модели. Летом трудятся на учебном участке.

В этом году кружковцы смастерили большой макет электрифицированной машинно-тракторной станции. Почти все кружковцы умеют управлять одной или двумя сельскохозяйственными машинами. Сесть за руль машины — заветная мечта каждого из них.

Не отстают от городских школьников и их товарищи из сельских школ. В Солдатской средней школе № 114 учащиеся научились управлять сельскохозяйственными машинами. Они работали помощниками трактористов и штурвальными и заработали более 11 тысяч трудодней.

Изучением трактора и комбайна занимаются учащиеся Старо-Бешевского района Сталинской области, Глубоководской и Бельской школ Великолукской области, Верхне-Хортицкой средней школы Запорожья, Шабалинской и Свечинской школ Кировской области и многие другие.

Изучая сельскохозяйственную технику, знакомясь с работой передовиков колхозных полей, пионеры и школьники принимают посильное участие в труде старших товарищей.

Детское техническое творчество помогает школьникам хорошо усвоить основы наук, приучает их применять свои знания на практике. Юному технику, занимающемуся в кружке, становятся более понятны формулы и законы физики, химии, математики. В процессе постройки моделей эти формулы являются практическими правилами, руководством к действию.

Кропотливая, связанная с преодолением трудностей, развивающая настойчивость и изобретательность работа юного техника воспитывает у пионеров и школьников трудолюбие, инициативу и помогает формированию их характера.

Юный электротехник не обязательно станет специалистом в области электротехники.

Но знания и навыки, приобретенные в кружке, пригодятся ему на любой работе.

Советским детям предоставлены широкие возможности развивать свои наклонности, заниматься любимым делом. На станциях юных техников, в домах пионеров, в школьных технических кружках кипит увлекательная работа юных мастеров — энтузиастов науки и техники.

Юные техники, посещающие занятия не первый год, строят сложные модели: им доступны уже технические расчеты. Модели этих юных техников привлекают внимание красивой отделкой и изобретательностью.

Но есть и такие кружковцы, которые только впервые берутся за инструмент. Они с уважением и даже с завистью поглядывают на старших товарищей. Но знания и упорство в достижении цели возьмут свое. Пройдет немного времени, и их модели и приборы займут почетное место на творческих выставках, в соревнованиях, в учебных кабинетах школы. А пока они учатся владеть инструментами, знакомятся с устройством простейших моделей и приборов, слушают лекции.

О большой, интересной и разнообразной работе юных техников свидетельствуют выставки технического творчества.

Так, на Всесоюзной выставке технического творчества пионеров и школьников, открывшейся в 1954 году в Москве, демонстрируется более 3 тысяч экспонатов. Но это лишь малая доля того, что сделано юными техниками в многочисленных технических кружках. Разнообразные модели, собранные в просторных залах Политехнического музея, являются лучшими образцами юных конструкторов нашей страны.

В городе металлургов — Свердловске — школьники сделали прекрасную действующую модель прокатного стана. Для ее изготовления потребовалось 375 металлических деталей, которые были подготовлены в нескольких технических кружках Дворца пионеров.

Юные техники солнечного Узбекистана построили действующую модель гелиоустановки, а школьники Башкирии и Ленинграда — действующие модели эксплуатационных нефтяных вышек и портовых эстакад, служащих для разгрузки океанских судов.

Особым вниманием среди посетителей выставки пользуются макет атомной электростанции, сделанный юными физиками станции юных техников из Челябинской области, и модель высокочастотного автомобиля, представленная москвичами. О большой работе юных механизаторов сельского хозяйства рассказывают модели сельскохозяйственных машин.

О разнообразной, интересной и полезной работе пионеров и школьников свидетельствуют и другие экспонаты выставки. Вот перед нами небольшой детекторный приемник, присланный на выставку юными техниками Полтавской области. Он сделан в радиокружке Славковской школы, которым руководит учитель В. Л. Лозинский. Юные радиолюбители построили 250 таких приемников и установили их в домах колхозников. Но это еще не все, чем занимаются кружковцы этой школы. Они построили радиоузел на 150 точек, установили ветроэлектростанцию, радиофицировали 25 полевых станов, клуб и колхозные фермы, изготовили сотни приборов в помощь школе.

Таких примеров можно привести много.

Многочисленные фотостенды, альбомы и письма рассказывают и о многих других общественно-полезных делах юных техников. Всесоюзная выставка технического творчества пионеров и школьников убеждает в огромном размахе творчества нашего юного поколения.

Об увлекательной и полезной работе пионеров и школьников рассказывают и другие выставки.

На республиканской выставке в Москве (декабрь 1953 г.) было представлено свыше 3 тысяч моделей. Ребята продемонстрировали походные радиоприемники, школьные радиоузлы, различные приборы по физике, радиоуправляемые модели самолетов и кораблей.

На выставке в Киеве внимание посетителей привлекали модели мостового крана, земснаряда, шагающих экскаваторов и угольных комбайнов, макеты гидростанций и доменных печей. Действующая модель землеройного снаряда была изготовлена Володей Коваленко из Днепропетровской области. Модель хорошо отделана и полностью воспроизводит работу настоящей машины. Среди экспонатов новых экспериментальных машин особенный интерес привлекала модель дорожного комбайна, изготовленная юными техниками Краматорска.

Большое место на выставке в Туле заняли физические приборы по теплотехнике и электротехнике. Группа юных техников сделала и тщательно наладила приборы для демонстрации лучеиспускания и лучепогло-

щения, сигнальное реле и действующую модель подстанции с электрифицированным поселком.

Пионеры и школьники Куйбышева — свидетели грандиозной стройки — представили на выставку модель сверхмощного земснаряда «Сталинградский-1». Володя Куропаткин и Коля Моряков построили модель автоматического бетонного завода с действующей подвесной канатной дорогой.

В селах и городах нашей необъятной Родины множится число юных техников. На станциях юных техников, в школах, домах пионеров все больше организуется разнообразных технических кружков, к руководству которыми привлекаются учителя, пионерские вожатые, родители, представители шефствующих предприятий.

Сборник «Техническое творчество» является пособием для руководителей технических кружков. Но он будет интересен и полезен и для старших юных техников, занимающихся конструированием различных приборов и моделей.

В первых главах сборника рассказывается об организации и содержании работы технических кружков, которые создаются для учащихся, раскрывается методика кружковых занятий.

В одной из глав приводятся сведения о работе с деревом и металлом, по отделке изделий, механической обработке материалов и техническому черчению.

Основное внимание в сборнике уделяется работе физико-технических кружков, кружков юных электротехников, юных радиолюбителей, машиностроительных, судомодельных и авиамодельных.

Главы сборника содержат сведения по проектированию и конструированию моделей и приборов, их налаживанию и испытанию.

В сборнике описывается около 100 действующих моделей и приборов, многие из которых публикуются впервые.

Последняя глава книги посвящена организации массовых мероприятий по технике.

ОРГАНИЗАЦИЯ И СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ ТЕХНИЧЕСКИХ КРУЖКОВ

Уже в младшем возрасте дети проявляют огромный интерес к труду и технике. В школах, домах пионеров и на станциях юных техников они получают начальные знания о природе, знакомятся с созидательным трудом советского народа. В своем первом кружке «Умелые руки» младшие школьники изготовляют всевозможные самоделки для школы и дома, учатся владеть различными инструментами, приобретают первые трудовые навыки.

Но вот школьник переходит в 6-й класс. Знания его расширяются. Теперь он узнает о различных свойствах тел, знакомится с устройством простейших машин, элементарным техническим расчетом, новыми инструментами и станками.

Постепенно юный техник все больше увлекается одной какой-нибудь отраслью техники: радиотехникой, авиастроением или фотографией, находит себе любимое дело, мечтает построить свою первую действующую модель. На помощь ему приходит технический кружок.

Технические кружки необходимо организовывать всюду: в школе, в домах пионеров, на станциях юных техников, в пионерских лагерях.

Наиболее трудной задачей является организация школьного технического кружка. Основная трудность здесь — неуверенность учителя или старшего вожатого в своих силах, отсутствие у некоторых из них необходимых практических навыков в области техники.

Учитель физики владивостокской школы № 75 Н. Н. Дубинин рассказывает о себе: «Первое время трудно мне пришлось. Ребята, любопытные и жадные до всего нового, засыпали меня вопросами. Как сделать паровую машину? Как строят подвесные мосты? Осуществимо ли межпланетное путешествие? Как действует телевизор? Я подчас терялся. Нелегко было сразу ответить на этот поток: как? почему? Работал ночами. Искал. Читал. Хотелось ответить на каждый вопрос. Время и упорство дали свои результаты.

Сейчас в нашей школе работает большой технический кружок, построено много самодельных приборов, начал работать школьный радиоузел».

Большую помощь начинающему руководителю оказывают институты усовершенствования учителей, педагогические кабинеты, любая техническая станция или дом пионеров.

Например, в Кирове на Областной станции юных техников еженедельно проводится семинар учителей физики, на котором они приобретают необходимые практические знания для работы со школьниками. Каждый учитель подробно изучает один из разделов техники: радио, фото и т. д. Методический кабинет этой станции организует экскурсии на производство, просмотры научно-популярных кинофильмов, снабжает учителей литературой.

Подготовкой кадров руководителей кружков занимаются и дома пионеров. Ценное начинание проявил Дом пионеров Бауманского района Москвы, где были подготовлены руководители технических кружков из студентов Московского областного педагогического института. Наконец начинающий руководитель кружка может найти себе помощника, обладающего необходимыми знаниями, среди комсомольцев и специалистов шефствующего предприятия, среди родителей учащихся, а также среди старших школьников, которые уже работали в техни-

ческих кружках внешкольных учреждений и приобрели необходимые навыки.

В 428-й школе Москвы шефствующий завод «Физэлектроприбор» выделил для руководства техническими кружками инженерно-технических работников завода, лучших производственников. Совместно с преподавателем физики были составлены планы занятий кружков. Технологи завода помогли кружковцам разработать разнообразные конструкции, подготовить чертежи. Работники завода и учителя школы составили подробный план экскурсий на предприятие, подобрали квалифицированных экскурсоводов.

Иногда трудность в организации кружка заключается в отсутствии места для занятий. Но и это препятствие можно устранить. Лучшее место для работы кружка — мастерская. Однако юные техники могут работать также и в физическом кабинете и в пионерской комнате или даже в классе после уроков. Некоторые школы занятия кружка организуют в красном уголке шефствующего предприятия или в домоуправлении.

Для работы любого технического кружка необходимы материалы, инструменты, определенное оборудование. Отсутствие их также часто вызывает затруднения в организации кружка. В этом случае большую помощь могут оказать партийные и комсомольские организации школ и шефствующих предприятий. Известны многочисленные примеры, когда комсомольские организации шефствующих предприятий оказывают самую большую помощь в работе технического кружка.

Московский карбюраторный завод, являясь шефом 584-й школы, организовал в школе отличную мастерскую и обеспечил кружок всем необходимым. После первых же занятий, проведенных под руководством лучших производственников завода, кружок помог оборудовать школьные кабинеты.

Работники машиностроительного завода имени Калинина и Научно-исследовательского института химического машиностроения установили в 694-й московской школе станки, дали инструменты и разнообразные материалы. Это позволило значительно расширить и углубить работу многих кружков этой школы. Только за один год юные техники изготовили более 400 наглядных пособий и приборов. В Харькове комсомольцы-общественники Политехнического и Автодорожного институтов помогли в организации мастерской в 36-й школе и выделили руководителей для ряда технических кружков.

На селе шефствующие над школами МТС не только помогают школьникам в изучении машин, но и организуют технические кружки в школах, выделяют для них различные инструменты и пособия.

Связь с предприятиями имеет и большое воспитательное значение. Забота старших товарищей о школе, о кружке вызывает у юных техников чувство глубокой благодарности к своим друзьям, воспитывает у учащихся замечательные качества советских людей: любовь и уважение к труду, коллективность в работе, настойчивость и упорство в достижении цели, деловую сноровку.

Необходимо использовать и все внутренние возможности школы. Часть наглядных пособий, нужных кружку, есть в физическом кабинете, часть могут сделать кружковцы. Кое-что из оборудования, материалов и инструментов члены кружка принесут из дому.

Приступать к работе кружка следует после того, как будет подготовлено все необходимое хотя бы для начала его работы, иначе кружок распадется.

Серьезное внимание надо уделить комплектованию кружков.

В технических кружках могут заниматься учащиеся, начиная с 6-го класса. Конечно, в отдельных случаях руководитель по своему усмотрению может делать исключения. Однако руководители должны стремиться к тому, чтобы члены кружка были одного возраста и имели одинаковую подготовку. Только в этом случае возможна правильная педагогическая постановка всей учебной работы в кружке.

Обычно кружки создаются отдельно для младших школьников и отдельно для старших.

Исходя из уровня знаний учащихся, организуют следующие виды кружков:

1. Кружки первого года занятий. Они создаются для тех пионеров и школьников, которые впервые пришли в кружок и не имеют еще опыта.

2. Кружки второго года занятий. Юные техники, занимающиеся в этом кружке, имеют уже некоторый опыт в изготовлении приборов и моделей и необходимую теоретическую подготовку.

3. Кружки повышенного типа или специального назначения. Эти кружки создаются для хорошо подготовленных и опытных юных техников.

Количество членов кружка зависит от условий работы, но, как правило, в каждом кружке должно быть не более 15 школьников. Занятия проводятся один-два раза в неделю по два часа.

При организации кружка руководитель должен учитывать занятость членов кружка в школе. Перед концом каждой учебной четверти он сокращает число занятий кружка, а в дни каникул — увеличивает.

Свою работу кружок начинает в сентябре, а заканчивает в апреле.

Перед началом работы кружка полезно провести научно-технический вечер, пионерский сбор или экскурсию.

Итогом работы кружка — его общественным отчетом — является выставка работ юных техников, которую организуют в конце учебного года. Очень важно, чтобы итоговая выставка не только наглядно показывала результаты работы юных техников, но и давала перспективы будущей работы кружка.

Трудовая деятельность пионеров и школьников в кружке не должна носить ремесленнический характер. Необходимо, чтобы технический кружок расширял кругозор учащихся, будил бы их творческую мысль, ставил бы перед юными техниками посильные технические задачи.

Иные руководители кружков строят свою работу целиком на моделировании, на изготовлении приборов и моделей по рецептурным описаниям. Следовательно, всю творческую работу в кружке они подменяют слепым механическим копированием образцов. Стремясь сделать побольше моделей, чтобы блеснуть на итоговой выставке, члены такого кружка работают, не понимая принципа действия изготовляемой модели или прибора, не зная, почему следует делать так, а не иначе.

Так, во многих авиамодельных кружках юные техники изготовляют хорошие летающие модели самолетов, но почти не занимаются опытами по аэродинамике. В редком авиамодельном кружке можно найти модель аэродинамической трубы и приборов для опытов с ней. В то же время известно, что без проведения этих опытов нельзя правильно и осмысленно подойти к постройке той или иной летающей модели.

Такие кружки, где школьники работают вслепую, не сознавая процесса производства, не могут быть одобрены: они не расширяют знания кружковцев, не прививают детям конструкторских навыков.

Руководитель технического кружка должен обязательно знакомить членов кружка с основными теоретическими вопросами, с элементами конструирования моделей и техническим расчетом отдельных узлов; причем занятия кружка ни в коем случае не могут повторять школьного урока.

Некоторые руководители (обычно это учителя физики) рассматривают кружковые занятия как своего рода дополнительные часы к учебной работе класса. На таких занятиях кружковцы решают задачи, выполняют лабораторные работы, указанные в программе физики, повторяют пройденный материал.

Иной раз малоопытный руководитель в кружковых занятиях сбивается на проторенный путь классных уроков с несколько иным учебным содержанием. Учащиеся это быстро чувствуют, и интерес к занятиям у них ослабевает.

В практике технических кружков случается и так, что руководитель кружка становится на путь занимательности. Занимательность в работе кружка, особенно на первых занятиях, нужна. Но чрезмерно увлекаться ею не следует. После двух таких занятий руководитель «выдыхается» и не знает, чем бы ему еще «занять» детей на очередном занятии кружка.

Некоторые руководители организуют кружки так называемого «словесного» типа. Школьники готовятся к докладам, проводят конференции, обсуждают доклады. Такая постановка работы избавляет руководителя кружка от хлопот подбирать инструменты, материалы, измерительные приборы, организовывать рабочий уголок или лабораторию для практических занятий.

Однако такие «теоретические» занятия не удовлетворяют юных техников. Учащиеся, особенно 5—7-х классов, на занятиях кружка стремятся проявить свою смекалку, хотят мастерить. И чтобы удовлетворить эту потребность детей, руководитель должен правильно сочетать теорию и практику в кружковых занятиях.

Работа в технических кружках протекает по программам или тематическим планам, которые хотя и соответствуют школьным учебным программам, но во многом и отличаются от них. Каждая программа сочетает в себе практическую работу в кружке с необходимыми теоретическими сведениями, которые должны знать кружковцы.

Программа кружка не является обязательной во всех своих частях. Каждая та-

кая программа в зависимости от местных условий, от умения руководителя, от интересов и подготовки кружковцев может быть изменена как в теоретической, так и в практической части. Руководитель кружка может сокращать материал по одной теме и увеличивать по другой, а в некоторых кружках (например, по физике) исключать отдельные темы и вводить новые. Отсюда вытекает и условность во времени, необходимом для выполнения программы.

Основная цель теоретической, образовательной части программы — объяснить кружковцам принцип действия и устройство технических моделей, познакомить учащихся с устройством настоящих машин и их использованием в производственных условиях.

Поручая кружковцам выполнить то или иное техническое задание, руководителю необходимо напомнить членам кружка о физических или других законах, лежащих в основе устройства и действия данной модели.

Члены кружков должны познакомиться с историей той отрасли техники, которую они изучают, ее современным состоянием и областью применения, с ролью русских и советских ученых в ее развитии.

Программа предусматривает знакомство учащихся с современным производством, с характерными технологическими процессами, с машиноведением и энергетикой, с работой передовиков производства, с организацией труда на социалистических предприятиях.

Часто кружок опережает школьную программу. Юные техники, например, делают электрические моторчики, не пройдя еще соответствующего раздела по курсу физики. Юные радиолюбители строят детекторный приемник, хотя они и не знакомы с работой колебательного контура — основой любого приемного устройства. В этом случае руководитель сообщает кружковцам некоторые сведения из учебной программы для старших классов, но только в том объеме, который необходим для намеченной практической работы. При этом нужно учитывать возраст и знания членов кружка.

Таковы основные теоретические сведения, которые являются составной частью программы любого технического кружка. Конечно, в каждом конкретном кружке есть своя специфика работы, чем и объясняется различный характер теоретических вопросов в различных технических кружках.

В работе кружка необходимо учитывать возрастные особенности детей. Нельзя, например, теоретическую часть программы для младшего возраста строить так же, как это делается для подобных кружков старших кружковцев, имеющих уже некоторые навыки и знания, где теория должна занимать больший удельный вес.

Теоретические сведения в кружке обычно даются в форме бесед перед практическими работами. Но они могут сообщаться и по ходу выполнения практических работ в процессе всего занятия.

Кроме теоретических сведений, программа предусматривает и большой круг практических работ. Однако практическая работа не может быть самоцелью. Выполняя ее, юные техники должны приобрести общие трудовые навыки, умение обращаться с различными инструментами по обработке дерева и металлов, навыки в монтажных работах, учиться хорошо читать чертеж, производить элементарный расчет, разбираться в конструкции модели или машины и управлять ею.

В технических кружках могут изготовляться самые разнообразные самоделки: действующие модели и макеты, приборы и наглядные пособия, лабораторное оборудование и утилитарные вещи.

Например, в судостроительных кружках первого года занятий строятся простейшие модели яхты, катера, подводной лодки и т. д.; в радиокружках — различные простейшие приемники, наглядные пособия и приборы; в столярных и слесарных кружках изготовляются в основном утилитарные вещи.

При проведении практических работ руководитель должен учитывать возможности кружка: наличие материалов и инструментов, интерес и степень подготовки членов кружка. Так, в тех же кружках, кроме перечисленных моделей, можно построить макеты морского порта, маяка, шлюзов, радиостанций, радиофицированного села, простейшие телефонные станции и т. д.

Для ряда кружков программа не предусматривает обязательных практических работ. В таких кружках юным техникам предлагают изготовить по каждой теме те модели и приборы, целесообразность которых вытекает из задач кружка.

Проводя практическую работу с кружковцами, руководитель не должен давать им готовые разработки моделей. Его задача натолкнуть юных конструкторов на правиль-

ный путь, помочь им в их самостоятельной работе, предостеречь от ошибок, дать вовремя совет. Руководитель приучает членов кружка работать с книгой и справочниками, пробуждает у детей интерес к чтению научно-популярной литературы.

Большое значение в технике имеет чертеж, который справедливо называют языком техники. Технический кружок предоставляет большой простор для практического применения черчения, знания и навыки по которому юные техники получают в школе.

Очень важно, чтобы на занятиях кружка учащиеся научились правильно выполнять чертеж или эскиз, правильно проставлять размеры изделия.

Составление чертежа связано с точными измерениями и расчетами. Поэтому руководитель кружка должен чаще применять на занятиях измерительный инструмент и различные измерительные приборы. Пора покончить с работой на глазок, которая укоренилась в некоторых технических кружках. Кружковцы измеряют длину окружности, пользуясь ниткой, хотя число «Пи» (3,14), необходимое для вычисления длины окружности, известно школьникам с 6-го класса.

Правильный подбор объектов для работы имеет решающее значение в кружковых занятиях. Часто кружковцы месяцами возятся с какой-нибудь моделью и, не окончив ее, берутся за другую, потому что работа оказалась слишком трудной, черновые обработочные операции наскучили своим однообразием.

Во многих технических кружках юные техники строят шагающие экскаваторы. Опытные руководители правильно подходят к работе над такой серьезной моделью. Они умело упрощают отдельные узлы машины, сохраняя, однако, технический замысел, и делают эту модель доступной для изготовления в кружке. Некоторые же руководители стараются скопировать всю машину до мелочей (уменьшая лишь масштаб) и безрезультатно тратят на ее изготовление целый год.

В радиотехнических кружках предметом гордости руководителя часто бывает изготовленный в кружке телевизор. Конечно, телевизор — интересная и увлекательная конструкция, но не для детских рук. Поэтому большую часть работы приходится выполнять самому руководителю, а не кружковцам.

Следовательно, при планировании практических работ руководителю необходимо избегать слишком трудоемких объектов работы, сокращать «черновые» операции, останавливаясь главным образом на конструировании и экспериментировании.

Для успешной работы любого технического кружка юные техники должны овладеть основными приемами работ по дереву и металлу, научиться пользоваться станками и электричеством. Поэтому заслуживает внимания инициатива таких руководителей, которые вводят в дополнение к программе кружка небольшой техминимум, необходимый для выполнения намеченных практических работ. Техминимум знакомит кружковцев со столярными и слесарными инструментами, способствует приобретению навыков работы с ними. Проводится он с первых занятий кружка параллельно с прохождением программы. Члены кружка изготовляют различные детали для будущих самоделок, а в тех случаях, когда этого сделать не удается, изготовляют всевозможные подсобные вещи.

В практике технических кружков есть еще руководители, которые относятся к делу неправильно. Вместо того чтобы давать кружковцам, которые приобрели те или иные трудовые навыки, посильные для них задания, руководитель использует этих юных техников для выполнения однообразной работы. В кружке появляются «вечные» столяры и «вечные» слесари, работающие по «наряду», без всякой творческой мысли, без применения научных знаний. И неудивительно, что часто юный техник, участвующий в постройке той или иной модели, не может объяснить, как она работает. Получается голый техницизм, ничего общего не имеющий с общеобразовательной и политехнической подготовкой учащихся.

В изготовлении приборов и моделей очень важно приучать кружковцев к таким видам и формам работы, которые помогли бы им понять производственные процессы, современные методы технологии и организации труда.

Очень важно для юных техников научиться работать в коллективе, уметь правильно распределить работу и организовать коллективный труд. В этом отношении представляет интерес опыт кружков, изготовляющих некоторые изделия с разделением труда. Сущность этого метода труда заключается в том, что изготовление прибора разбивается на отдельные операции и каждому

кружковцу поручается выполнение какой-либо одной из них. При таком методе продукция получается хорошего качества, так как бракуется не все изделие в целом, а отдельные детали. Чтобы получить разнообразные навыки, кружковцы переходят с одной операции на другую. В такой работе кружковцы особенно сильно чувствуют зависимость своей работы от работы товарища.

Этот метод организации труда применяется некоторыми учителями физики при изготовлении однотипных приборов в большом количестве для фронтальных лабораторных работ. Подобный метод успешно применялся и при изготовлении походных радиоприемников в Московском городском доме пионеров на пионерском радиозаводе.

Для обработки материалов, кроме обычных ручных инструментов, следует применять механизированные инструменты: электродрель, вибрационные ножницы для резки металла, электролобзик для распиливания небольших кусков дерева и фанеры.

Если есть возможность, то важно приучать кружковцев работать на сверлильных и токарных станках.

Желательно было бы механизировать некоторые трудоемкие обработочные операции, например опиловку напильником металлических изделий на самодельном станочке с электромотором; выпиливание из фанеры на самодельном выпиловочном станке; отделку деревянных изделий наждачной бумагой производить не вручную, а при помощи деревянного круга или цилиндра, покрытого наждачной бумагой и приводимого в движение маломощным мотором. Некоторые обработочные операции (сверление, опиловка и др.) можно механизировать с помощью инструментов, скрепленных с гибким валом от электромотора, например, бормашины.

Как показывает опыт технических кружков, некоторые работы можно осуществлять при помощи точечной и дуговой электросварки от небольших сварочных трансформаторов, производить гальваническое покрытие металлов в электролитической ванне, плавить, закаливать и отжигать легкоплавкий металл в электрической муфельной печи лабораторного типа.

Чем разнообразнее будут методы обработки материалов и подбор самих материалов (разные виды и сорта металлов, пластмассы и прочее), тем больше новых знаний политехнического характера приобретут члены кружка.

Иногда учащиеся на занятиях кружка работают неряшливо, небрежно обращаются с материалом и инструментами. Кружок является добровольной организацией, но это не значит, что в кружке не должно быть порядка, не должна вестись такая же серьезная воспитательная работа, как и на уроках в школе.

Руководитель обязан научить пионеров и школьников культуре труда: правильно организовывать рабочее место, планировать работу, бережливо расходовать материал, красиво и хорошо отделывать изделие.

Не каждый руководитель поступает именно так. Бывает, что хорошо смонтированный радиоприемник вставляется в безобразный фанерный ящик или вообще остается без футляра, а интересный и полезный физический прибор собирается на неуклюжей подставке.

На выставках детского технического творчества наряду с прекрасными образцами моделей имеются и такие, которые свидетельствуют об отсутствии у юных техников самых элементарных технических знаний, навыков по расчету и необходимых трудовых умений.

Так, в моделях паровых машин часто цилиндр несоразмерно велик по сравнению с паровым котлом и расход пара в цилиндре не соответствует производительности котлов.

Иной раз нецелесообразно используется материал: модель получается громоздкой, неуклюжей. Модели электромоторов изготовляются без всякого стремления уменьшить потери. В электромоторе вал якоря и подшипники делаются непрочными, так что вся модель быстро приходит в негодность, разваливается.

Юные радиолюбители, увлекаясь монтированием радиоприемников по готовым схемам, часто не продумывают конструкцию приемника до конца. В таком приемнике при первой же попытке его наладить приходится для замены какой-нибудь детали перепаивать половину монтажа.

Все это показывает, что для такого юного техника самым важным было сделать действующую модель, а как сделана модель, насколько рационально использован материал, насколько продумана конструкция модели, — все это не являлось существенным. На технически грамотное выполнение модели, на ее отделку не обращалось должного внимания.

Занятия кружка начинаются вступительной беседой руководителя, которая знако-

мит юных техников с содержанием работы кружка, дает им представление о тех знаниях и практических навыках, которые они получат. Подготовке этой беседы руководитель должен уделить самое серьезное внимание. Только живая, интересная беседа, сопровождающаяся демонстрацией опытов и приборов, показом кинофильмов и диапозитивов заинтересует кружковцев. Закончить занятие желательно показом готовых моделей и выступлениями старших воспитанников кружка.

На первом же занятии необходимо познакомить кружковцев с расписанием занятий, с порядком работы в мастерской и выбрать старосту кружка.

На всех последующих занятиях теоретическим беседам следует отводить первые 15—30 минут. Каждую из них руководитель должен хорошо продумать.

Очень важно, чтобы содержание бесед и их порядок соответствовали практическим занятиям. Для этого каждый руководитель, согласно программе, составляет свой рабочий план: перечисляет темы, основные практические работы и намечает время, необходимое для их выполнения. Этим планом предусматривается: организация массовых мероприятий, групповых и индивидуальных консультаций, а также время для ответа на письма.

Письменная консультация должна быть в центре внимания руководителя, так как работой кружка часто интересуются многие юные техники из других городов и областей. На вопросы юных мастеров надо стараться давать исчерпывающие ответы. К письменной консультации рекомендуется привлекать актив кружка.

На каждое занятие кружка руководитель составляет краткий план, как это делается учителем в школе. После занятия в этом плане отмечается выполненная работа. Это повышает качество занятий.

В план должны быть включены также доклады и рефераты членов кружка. Такие доклады по отдельным вопросам программы, как правило, проводятся в кружках старших пионеров и школьников. В кружках юных техников младшего школьного возраста желательно отводить время для чтения научно-популярных книг и журнальных статей.

В каждом кружке руководитель предоставляет кружковцам право выбора темы для практических работ в пределах программы. Довольно легко это сделать в физико-техническом и электротехническом кружках. В авиамодельном и судостроительном кружках такой перечень тем дать сложнее, так как в этих кружках программой предусмотрены обязательные практические работы. Однако и здесь руководитель может найти различные варианты изготовления той или иной конструкции.

Такая работа развивает творческую самодеятельность кружковцев, позволяет членам кружка наглядно увидеть результаты своей работы, глубоко изучить конструкцию, более осмысленно применять на практике знания, полученные в школе.

Практическая работа в кружке проводится на каждом занятии после беседы. Руководитель раздает инструменты и материалы, объясняет приемы работ с ними, проверяет наличие чертежей у кружковцев. После этого кружковцы переходят к выполнению намеченной работы. Руководитель кружка наблюдает за правильностью чтения чертежа и рабочими приемами и в случае существенных ошибок, типичных для многих кружковцев, приостанавливает занятие и проводит дополнительный инструктаж.

Очень важно с первых шагов работы научить кружковцев рационально и организованно работать. Обычно начинающий юный техник при выполнении практического задания разбрасывает иструмент и материал по рабочему столу, делает много лишних движений и от этого быстро устает. Заметив это, руководитель объясняет кружковцам, как надо правильно организовать свое рабочее место, рассказывает о работе передовиков производства.

Чтобы познакомить пионеров и школьников с организацией труда на производстве, проводятся экскурсии на предприятие.

На изготовление некоторых самодельных приборов и моделей требуется значительно больше времени, чем отведено по программе. Поэтому часть работы учащиеся могут выполнить на дому в свободное время. Некоторые сложные работы выполняются коллективно путем разделения труда.

Руководитель кружка тщательно готовится к проведению практических работ, подбирает все необходимые материалы и инструменты, продумывает организацию работы. Каждая изготовленная модель или прибор испытывается и обсуждается на кружке. При обсуждении члены кружка должны отметить положительные и отрицательные стороны модели, указать, какие улучшения можно сделать. Техническая оценка и

испытание продукции кружка имеют большое воспитательное значение, так как приучают учащихся к ответственности и аккуратности в работе.

Необходимо следить за тем, чтобы участники кружка постоянно улучшали качество своей работы, усложняли конструкцию модели.

Работу технического кружка следует строить на основе инициативы и самодеятельности пионеров и школьников. Необходимо, чтобы юные техники чувствовали полную ответственность за работу своего кружка. Первым на занятие кружка является дежурный. Он проверяет готовность помещения и порядок на рабочих местах, помогает руководителю подготовить опыты.

Дежурный назначается старостой кружка — первым помощником руководителя. Староста следит за посещаемостью и дисциплиной членов кружка, за сохранностью имущества, за общим распорядком работы.

В некоторых кружках выбираются также и редакторы технических бюллетеней, инструментальщики, библиотекари, ответственные по переписке и т. д. Важно, чтобы все они чувствовали за свою работу ответственность не только перед руководителем, но и перед всем коллективом.

Руководителю необходимо прислушиваться к предложениям кружковцев, давать им посильную общественную работу, помогать членам кружка понимать и правильно оценивать те или иные поступки товарищей.

Руководитель обязан воспитывать и всячески поддерживать чувство товарищества, взаимной помощи. Вся организация работы кружка должна отвечать правилу юных техников: «Научился сам — научи товарища».

Наиболее передовых и активных кружковцев надо назначать для руководства кружками «Умелые руки», расширяя тем самым деятельность технического кружка. Воспитание юных техников-активистов, владеющих организаторскими и техническими навыками, является одной из главных воспитательных задач кружка.

Кружок юных техников не должен замыкаться в своей работе. Каждый кружок может оказать реальную помощь школе в изготовлении наглядных пособий, спортивного оборудования и инвентаря, ученических принадлежностей, оборудования для школьного двора, в радиофикации и электрификации школы.

Руководители технических кружков держат тесную связь с комсомольской и пионерской организациями. По мере сил и возможностей члены кружков участвуют во всех общественных кампаниях, выполняют трудовые задания, имеющие важное общественное значение.

Общественно-полезная работа обязательно входит в план занятий кружка. Кружок проводит отчетный вечер, на котором демонстрируются самодельные приборы и модели, устраивает выставку своих работ. Успешно работающих кружковцев необходимо поощрять и отмечать. Так, при демонстрации на уроке самодельного прибора следует назвать фамилию ученика, изготовившего прибор. Стимулирует работу кружка и приказ директора школы, отмечающий полезную деятельность отдельных членов кружка или всего кружка.

XII съезд ВЛКСМ поставил перед комсомолом новые задачи по пропаганде научно-технических знаний среди учащихся. С этой целью должна быть широко развернута массовая работа.

Наиболее доступной и распространенной формой такой работы является организация научно-технических вечеров и встреч с учеными и специалистами.

Каждый вечер посвящается какой-либо определенной теме, в его программу включаются творческие доклады юных техников, демонстрации опытов и построенных моделей. Очень важно, чтобы члены кружка принимали деятельное участие в организации вечера. Чем тщательнее будет подготовка, тем больше политехнических знаний и умений приобретут участники вечера, тем интереснее и содержательнее пройдет вечер.

Из других форм массовой работы по технике можно рекомендовать олимпиады, конкурсы, экскурсии, состязания, выставки и т. д. (см. главу «Массовая работа»). Каждое из этих мероприятий строится на основе широкой самодеятельности учащихся и органической связи теории с практикой.

ОБОРУДОВАНИЕ МАСТЕРСКОЙ И ИНСТРУМЕНТЫ

Для практической работы по изготовлению различных приборов, учебных пособий, технических моделей и других поделок юным техникам требуется соответствующее

оборудование и инструменты, а также место для их размещения и для непосредственной работы. С этой целью создается рабочая комната или мастерская.

Задача организации мастерской или рабочего уголка по-разному решается в школе, на станции юных техников, в доме пионеров, в пионерском лагере и дома у школьника.

Работа различных технических кружков в школе проводится в специальных мастерских, там же, где и практические занятия, связанные с учебными предметами. По-другому обстоит дело в домах пионеров, где в большинстве случаев каждый технический кружок имеет свою отдельную лабораторию, а мастерская служит подсобным местом работы юных техников.

Ясно, что организация мастерских в школе, доме пионеров требует различного подхода к выбору оборудования и инструментов и их размещению. Однако во всех случаях следует помнить, что оборудование и инструменты должны быть подобраны в соответствии с программой практических работ, выполняемых в мастерской. Необходимо, чтобы оборудование мастерской и инструменты соответствовали возрасту, силе и росту юного техника, а также характеру работы и количеству одновременно работающих кружковцев.

В приобретении оборудования и инструментов следует по возможности соблюдать определенную планомерность: в первую очередь приобретают такие станки и инструменты, потребность в которых особенно велика. Общее количество приобретаемых инструментов одного наименования в значительной степени зависит от «специальности» юных техников, которые будут работать в мастерской. Так, например, для работы юных радиолюбителей при прочих равных условиях потребуется значительно больше паяльников, чем для работы юных авиамоделистов, зато рубанками авиамоделисты пользуются несравненно чаще, чем радиолюбители. Нельзя не учитывать «специальности» юных техников и при изготовлении и комплектовании так называемых инструментальных готовален, используемых для оснащения рабочих мест в технических лабораториях и мастерских. В такие готовальни необходимо включить лишь наиболее ходовые

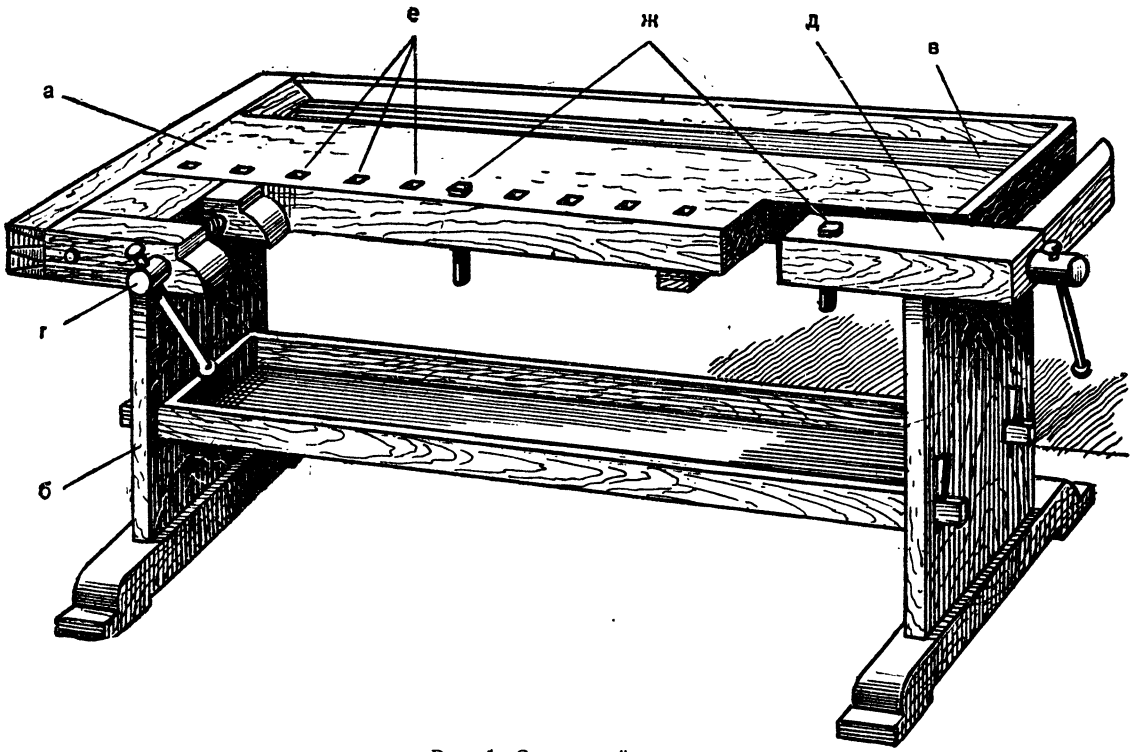


Рис. 1. Столярный верстак:

а — крышка; *б* — подверстачье; *в* — лоток; *г* — передний зажим; *д* — задний зажим; *е* — гнезда; *ж* — переставные клинья (гребенки).

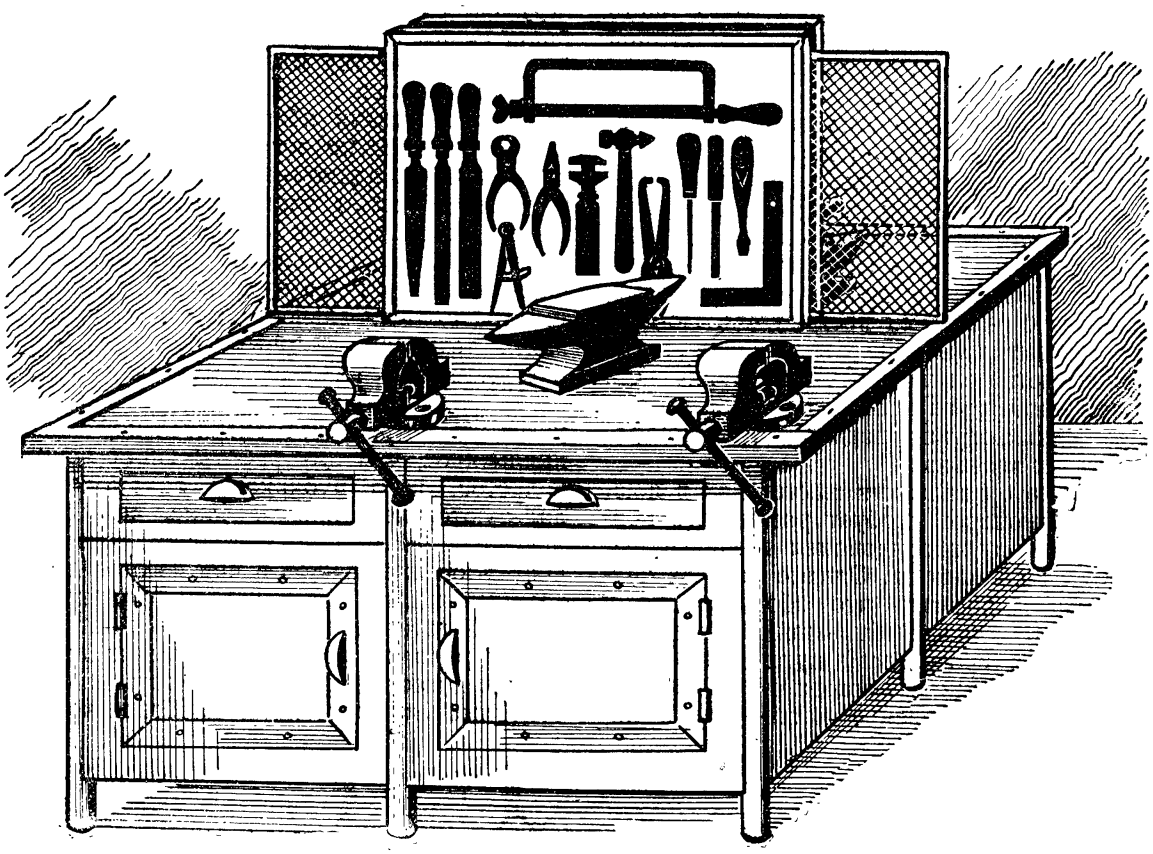


Рис. 2. Слесарный верстак.

инструменты. В Приложениях к этой книге приводится типовой перечень оборудования на 15 рабочих мест для мастерской общего (школьного) типа.

Трудно дать исчерпывающие сведения по выбору типов конструкций станочного оборудования, рабочих столов и верстаков, ограничимся лишь отдельными примерами.

Для работы по дереву в любом кружке или мастерской нужен столярный верстак (рис. 1). Желательно, чтобы этот верстак имел приспособления для подъема крышек в зависимости от роста работающих. Верстаки должны быть оборудованы специальными распиловочными коробками, обеспечивающими точное отпиливание под различными углами.

Слесарные верстаки (рис. 2) выбираются такой высоты, чтобы губки смонтированных тисков были на уровне локтя работающего. В мастерских, где предусматривается установка нескольких тисков, последние целесообразно устанавливать на разной высоте, чтобы юные техники могли выбрать себе рабочее место по росту.

Слесарные верстаки должны быть оборудованы железными уголками для сгибания жести и других работ, а также оградительными сетками.

При выборе рабочих столов необходимо учитывать характер и виды работ. Так, например, рабочий стол для авиамоделистов или судомоделистов существенным образом должен отличаться от подобного стола в физико-технических или радиотехнических кружках.

На рисунках 3 и 4 изображены оба эти стола. Первый из них соответствует профилю авиамодельных и судостроительных кружков. Он приспособлен для выполнения самых разнообразных работ и в первую очередь для обработки древесины. Маленькие настольные тисочки, указанные справа, позволяют производить мелкие операции по металлу и пластмассам. Слева укреплена подставка для работы с лобзиком.

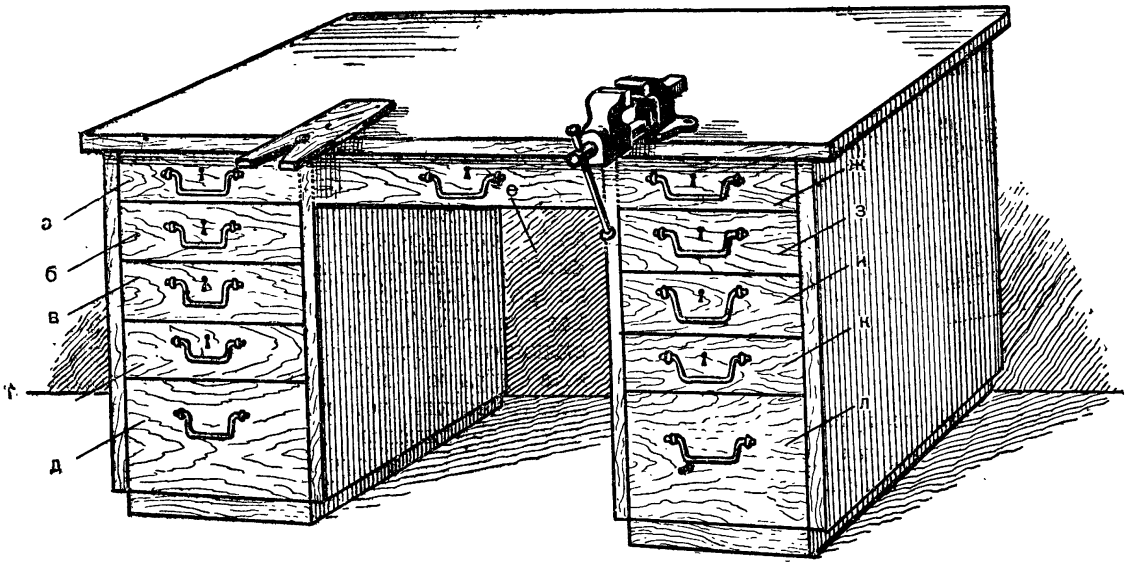


Рис. 3. Рабочий стол моделиста:

а — для измерительных инструментов; *б* — для сверл, дрели и коловоротов; *в* — для оправки и других вспомогательных инструментов; *г* — для неоконченных деталей; *д* — для неметаллических материалов; *е* — для чертежей, эскизов и чертежных принадлежностей; *ж* — для мелких напильников, надфилей; *з* — для лобзика, ножовки и монтажных инструментов; *и* — для напильников; *к* — для неоконченных работ; *л* — для металлических материалов.

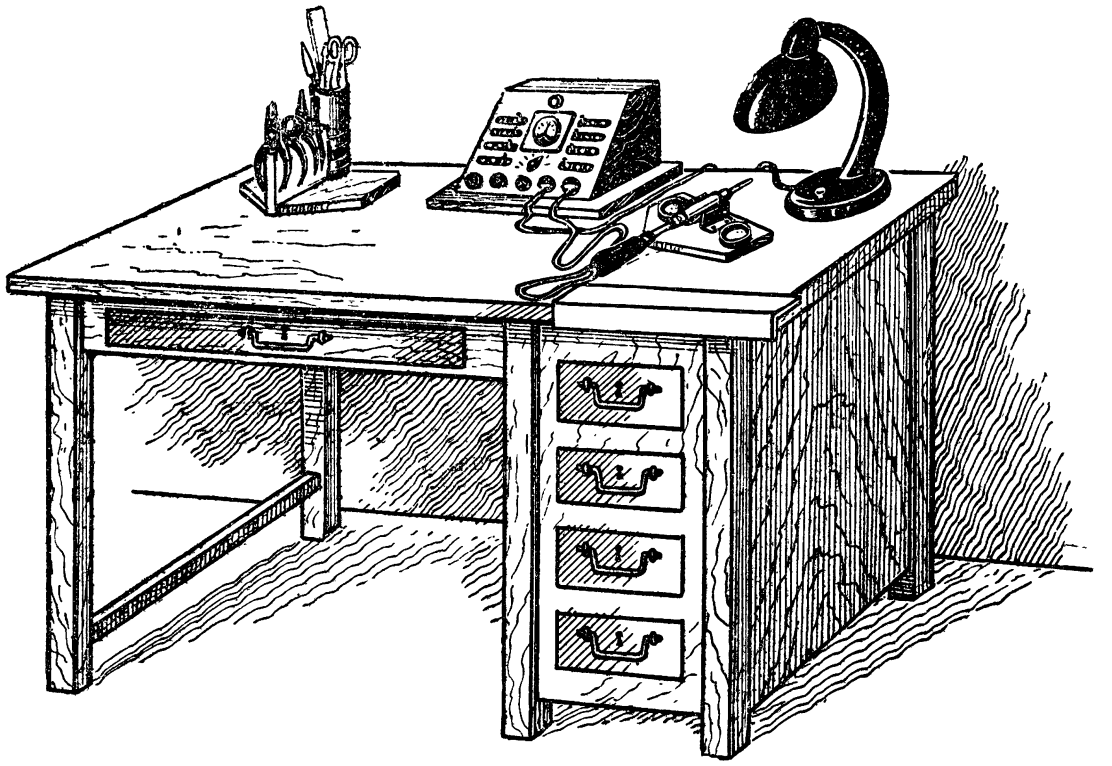


Рис. 4. Рабочий стол для электро- и радиомонтажных работ.

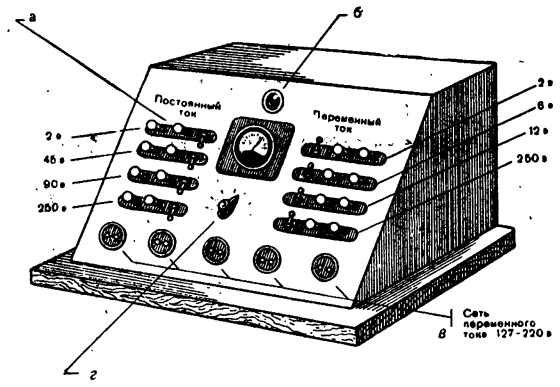


Рис. 5. Настольный электрический щиток:

а — зажимы для подводки питания; *б* — сигнальная лампочка; *в* — штепсельные розетки; *г* — переключатель измерительного прибора.

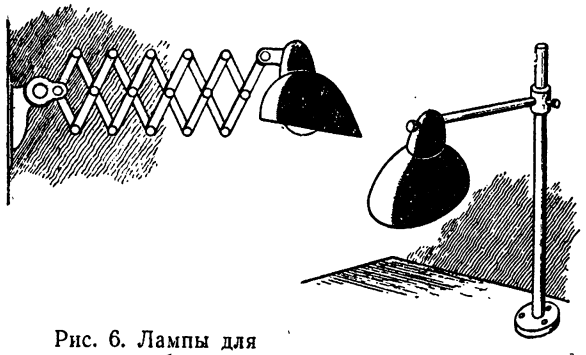


Рис. 6. Лампы для освещения рабочего места.

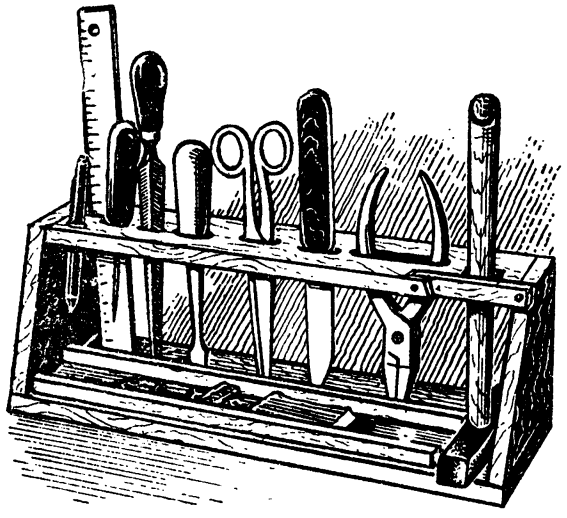


Рис. 7. Настольная готовальня для инструментов.

Ящики рабочего стола используются для хранения измерительных инструментов, мелких деревянных и металлических материалов и заготовок, наиболее ходовых инструментов (укладываемых обычно в специальных готовальнях) и деталей, работа над которыми еще не закончена.

На рисунке 4 изображен рабочий стол для физико-технических и радиотехнических кружков. Для работы в этих кружках на рабочем столе должен быть небольшой электрический щиток, куда можно было бы включать электрический паяльник и различные другие приборы, а также получать электрический ток постоянного и переменного напряжения для монтируемых конструкций. На рисунке 5 такой щиток показан более крупно. В ящиках рабочего стола размещаются монтажные проводники, различные мелкие детали и проволока, изоляционные материалы, полуфабрикаты, крепеж.

Обычно рабочий стол предназначается для работы одного-двух юных техников. Однако часто такие столы делаются с большей рабочей площадью на 4—8—12 рабочих мест.

Рабочие столы и верстаки размещаются так, чтобы затрата времени на лишние движения при работе была минимальной, а расстояние между станками обеспечивало безопасную работу. По существующим нормам проходы между станками и рабочими столами должны быть шириной не менее 1,5 *м*.

При подборе станочного оборудования и электрифицированных инструментов следует обращать внимание на то, чтобы все станки и инструменты были по возможности современных конструкций.

В мастерской желательно иметь сверлильный станок с электроприводом, небольшой токарный станок по металлу и токарный станок по дереву.

Необходимы также электрическое наждачное точило и другой электрифицированный инструмент: электродрели, электрорубанок, электролобзик, электропила, электровиброножницы и т. д. Для освещения рабочего места часто пользуются настольными лампами. При этом следует применять лампочку мощностью не более 40—60 *вт*. Лампа указанной мощности дает вполне достаточную освещенность рабочего места, если находится на расстоянии 0,5 — 0,75 *м* от освещаемой плоскости. Более мощные лампы утомляют глаз. Свет от лампы должен равномерно освещать рабочий стол и не светить в глаза

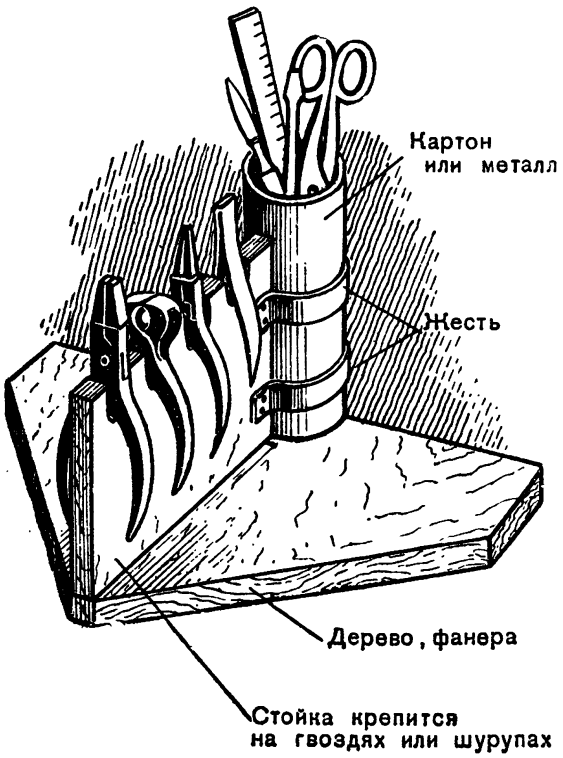


Рис. 8. Настольная готовальня для инструментов электро- и радиотехнических кружков.

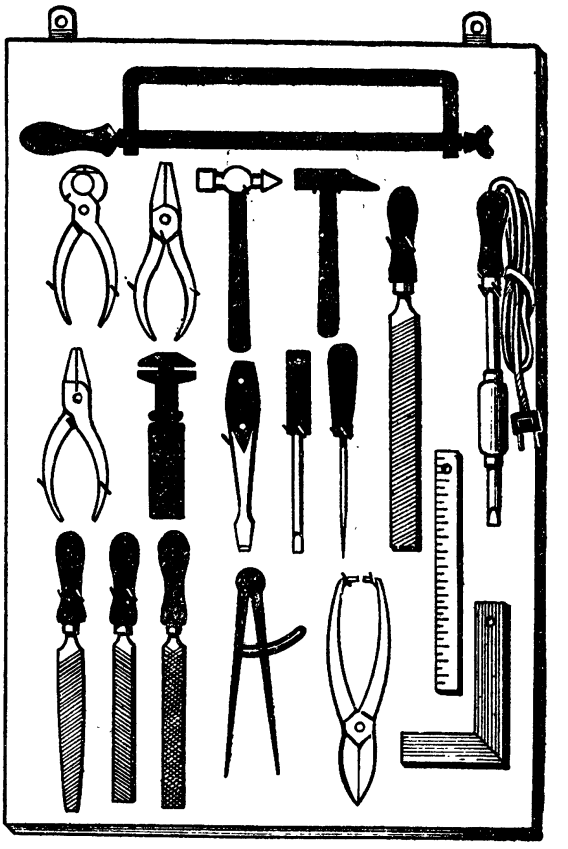


Рис. 9. Щит с набором инструментов.

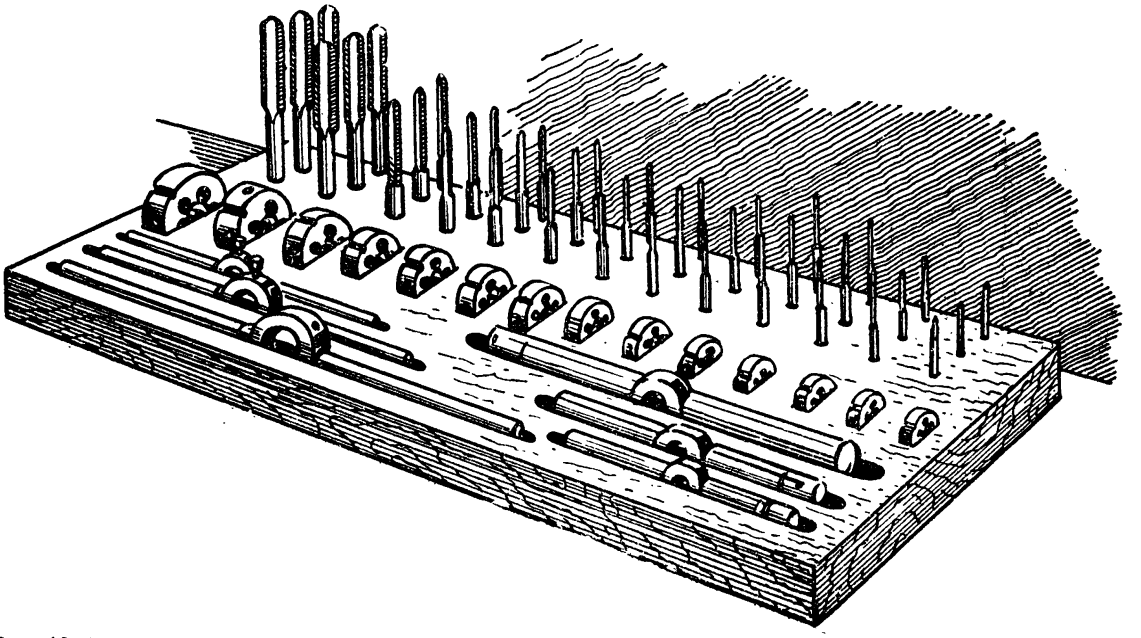


Рис. 10. Хранение резьбонарезного инструмента.

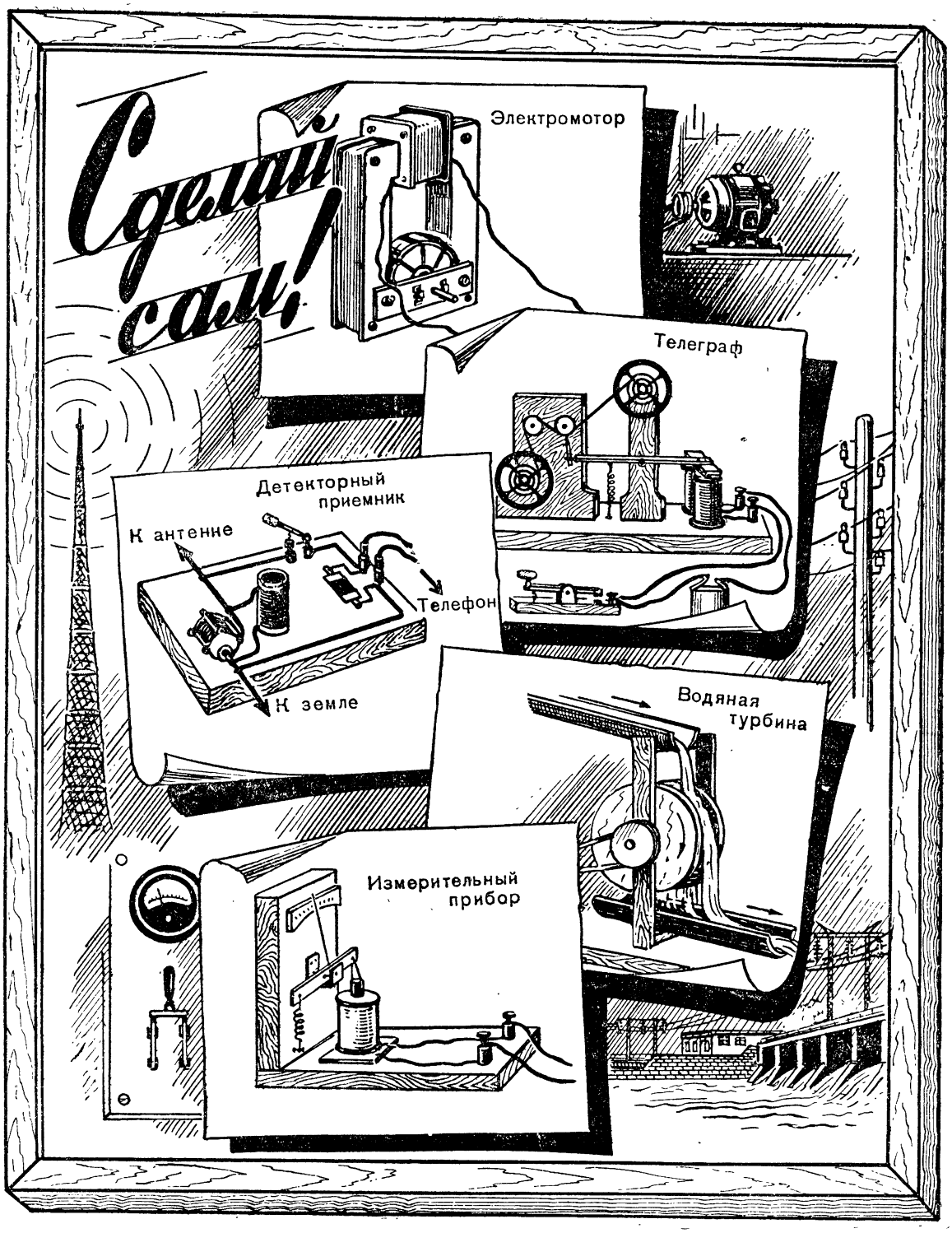


Рис. 11. Щит для оформления комнаты.

работающему. Для этого настольная лампа снабжается специальными отражателями, внутренняя поверхность которых покрывается белой эмалью. Наиболее удобная арматура для освещения рабочего места приведена на рисунке 6.

Большое значение руководитель должен придавать размещению инструмента, материалов и изготовляемой конструкции на рабочем столе. Различные ручные инструменты помещаются на рабочих столах в специальных готовальнях. В зависимости от профиля кружка готовальни могут содержать самые разнообразные инструменты.

На рисунке 7 и 8 изображены две готовальни: одна — для мастерской общего типа, другая — для физико-технических, электротехнических и радиотехнических кружков (рис. 7). Две другие готовальни (для слесарных инструментов), наиболее часто применяемые в мастерских, изображены на рисунках 9 и 10.

От организации рабочего места во многом зависит труд юного техника. При правильно организованном месте юный техник делает меньше лишних движений, меньше устает и, следовательно, более производительно работает.

Для хранения готовых изделий в мастерской должны быть стеклянные шкафы и стеллажи.

Все оборудование необходимо правильно и рационально расставить в помещении, это придаст всей мастерской или лаборатории уютный, красивый вид.

Особенно тщательно продумывается система мер по технике безопасности. На всех станках в местах, установленных действующими правилами техники безопасности, должны быть ограждения.

В мастерской необходимо иметь защитные очки. Юных техников перед началом работы необходимо познакомить с правилами по технике безопасности.

Для наибольшего удобства и безопасности все электрифицированные станки желательно оборудовать не рубильниками, а кнопочными пусковыми устройствами или пакетными переключателями.

На случай возможных ушибов, порезов, ожогов, засорения глаз и т. п. в мастерской необходимо иметь аптечку с полным набором медикаментов, перевязочных материалов и инвентаря для оказания первой помощи. Аптечка должна быть расположена в небольшом настенном шкафчике (ее содержание дается в приложениях) на видном месте. Шкафчик должен запираться, а ключ от него храниться у руководителя, проинструктированного врачом.

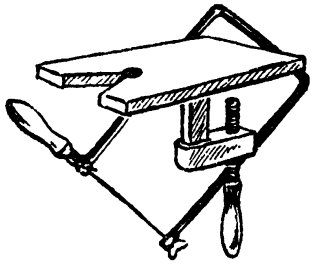
Большое значение руководитель должен придавать оформлению мастерской или лаборатории. На специальных стендах, фотомонтажах, на различных рисунках и плакатах необходимо показать содержание работы кружков: характерные рабочие приемы, технологические процессы изготовления моделей и приборов, правила обращения с инструментами и приборами, различные справочные и познавательные таблицы и схемы, материалы по технике безопасности.

Особое внимание следует уделить различного рода методическим щитам, например: «Как пользоваться измерительными приборами», «Как проверять детали», «Как сделать воздушный винт».

На рисунке 11 показан один из таких щитов для физико-технических кружков. Щит изготовляется в виде деревянного подрамника размером 90×120 *мм*, обивается фанерой и хорошо отделывается. Затем на щите располагается весь экспонируемый материал: модель телеграфа, простейшего измерительного прибора, водяной турбины, детекторного приемника электрического мотора. Под каждым из приборов дается краткий объяснительный текст.

После оборудования в мастерской всех рабочих мест и установки необходимого оснащения можно начинать регулярную работу кружка.

РАБОТА С МАТЕРИАЛАМИ



РАБОТА С ДРЕВЕСИНОЙ

Советский Союз занимает первое место в мире по запасам древесины: свыше одной трети всех лесов мира приходится на долю нашей страны. При этом хвойные леса, дающие древесину, особенно ценную для промышленности, строительства и транспорта, занимают в Советском Союзе около 80% всей лесной площади.

Древесина — широко распространенный материал, обладающий многими ценными свойствами, сравнительно легко поддается механической обработке и отделке. Поэтому древесина широко используется в качестве материала для изготовления различных изделий и конструкций во всех областях народного хозяйства.

Древесина является основным сырьем для изготовления бумаги, картона, целлюлозы. Из нее получают скипидар, спирт, уксус, канифоль, ацетон, древесный уголь, деготь, нитрокраски и многие другие материалы.

Часто и охотно используют древесину в своих работах и юные техники.

При выполнении юными техниками работ из древесины руководитель должен следить, чтобы кружковцы были обеспечены материалом соответствующего ассортимента и хорошего качества, особенно сухой, прямослойной и не сучковатой древесиной. Для изготовления моделей и приборов, в которых деревянные детали не покрываются непрозрачными слоями отделочных материалов, следует по возможности использовать плотные и красивые по текстуре породы древесины — бук, дуб, березу и другие.

Для многих работ пригодна клееная фанера (переклейка, дикт). Она представляет собою склеенную в три, пять и более слоев простую фанеру (шпон). В зависимости от толщины шпона и количества его слоев толщина клееной фанеры может быть различной — от одного до десяти и более миллиметров.

Для работ, требующих большой точности и чистоты, применяют березовую поделочную клееную фанеру. Из такой фанеры юные техники изготовляют ящики для приборов и радиоприемников, подставки, кронштейны, лекала, шпангоуты и нервюры летающих и плавающих моделей и многие другие поделки.

В последние годы в кружках находит применение фанерование изделий из древесины, то-есть оклеивание их поверхности шпоном (ножевой фанерой) из ореха, бука, дуба и других ценных пород древесины с красивой текстурой.

Для того чтобы грамотно и по назначению применять древесину и правильно ее обрабатывать и отделывать, руководитель должен познакомить юных техников с наиболее распространенными древесными породами, с основными физическими и механическими свойствами древесины разных пород, с основным ассортиментом (или, как чаще говорят, с сортаментом) лесных материалов.

Свойства древесины одной и той же породы изменяются в зависимости от ее строения, влажности, наличия механических пороков, повреждения грибками и насекомыми.

Большое значение имеет организованное ознакомление юных техников с разнообразными производствами, в которых древесина находит применение. Лучшей формой такого ознакомления служат производственные экскурсии на предприятия по обработке и переработке древесины.

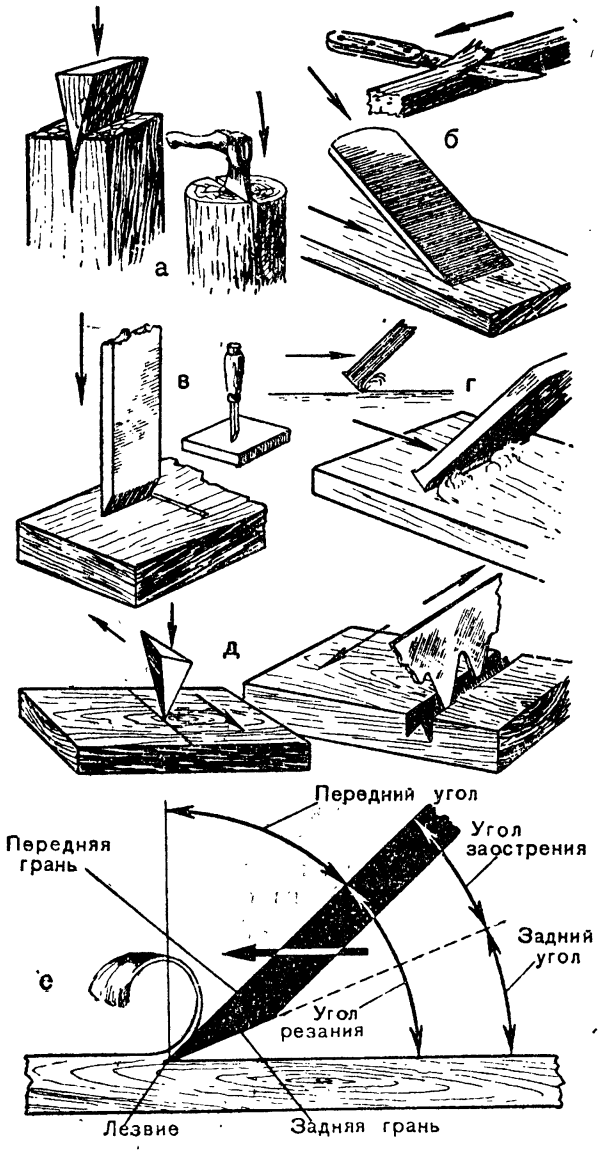


Рис. 1. Резание древесины:

а — раскалывание клином и топором; *б* — строгание ножом и рубанком; *в* — долбление долотом; *г* — скобление циклей (циклевание); *д* — пиление пилой; *е* — схема резания древесины.

Экскурсии пополняют знания юных техников об организации труда на предприятиях, знакомят их с трудом представителей различных профессий — столяров, плотников, лесорубов, резчиков, пильщиков и многих других.

Большое значение имеет также знакомство юных техников с общими принципами устройства и работы станков и электрифицированных инструментов по обработке древесины: лесопильной рамы, циркулярной или маятниковой пилы, токарного станка, электрорубанка, электросверла, электролобзика, электроотвертки...

Руководителю кружка, особенно во время экскурсий на производство, нужно обращать внимание юных техников на значительные преимущества механизированного труда перед ручным: уменьшение физических усилий работающих, высокую производительность, точность, экономию материалов и т. п. Юные техники должны понимать физическую сущность процессов механической обработки материалов, находить то общее, что имеется у простейших ручных инструментов и самых сложных станков и известных всем учащимся из курса физики простейших механизмов. Так, например, нож, железка рубанка, стамеска, топор, ножи электрического фуганка — все это разновидности знакомого всем простейшего механизма — клина. Один и тот же инструмент может выполнять функции разных простейших механизмов в зависимости от характера производимой операции. Так, долото в процессе резания выполняет роль клина, а при выкалывании древесины — роль рычага (рис. 1).

В процессе работы надо постепенно знакомить юных техников с применяемыми в производственных условиях инструментами, их частями и элементами. Для приведенного выше примера с клином и резцами это будет лезвие, угол заострения или заточки, угол резания, передний угол, задний угол, задняя и передняя грани резца, боковые грани (рис. 1,*е*).

Знание элементов технического нормирования на современном производстве, установление норм времени, норм выработки и расценок также необходимо кружковцам. В частности, следует практически показать юным техникам, каким образом производится хронометраж.

Выработка у учащихся навыков ритмичности движений при выполнении элементарных рабочих операций является предметом постоянной заботы руководителя.

СТРОЕНИЕ ДРЕВЕСИНЫ

Живое, растущее дерево всегда состоит из трех основных частей: корня, ствола и кроны — ветвей, покрытых листьями (у лиственных пород) или хвоей (у пород хвойных).

Ствол каждого дерева состоит из древесины, которая с наружной стороны покрыта более или менее толстым слоем коры. В коре различают тонкий наружный слой — корку или кожицу, слой пробковой ткани (пробки) и слой луба.

Под слоем луба располагается тонкий слизистый слой живых клеток — так называемый камбий. Деление клеток камбия, происходящее в теплое время года и приостанавливающееся в наших климатических условиях зимой, приводит к постепенному нарастанию древесины, луба и коры. Характер деятельности камбия зависит от природных условий — климата, почвы и т. п. В зависимости от этих условий форма ствола и строение древесины могут изменяться у одних и тех же древесных пород.

Особое значение для народного хозяйства имеет древесина ствола, используемая в виде бревен, брусьев, досок, брусков, реек, фанеры, опилок, стружки и тому подобного. Верхнюю часть ствола называют вершиной, а нижнюю, утолщенную часть — комлем.

Различают три основных разреза древесины (рис. 2) — поперечный, или торцовый, пересекающий ствол дерева под прямым углом к его оси, и два вида продольных разрезов — радиальный, в котором плоскость разреза проходит через сердцевину ствола (и, следовательно, пересекает любое поперечное сечение по диаметру ствола), и тангенциальный, пересекающий поперечное сечение ствола по одной из хорд.

На поперечном и радиальном разрезах ствола некоторых древесных пород можно легко различить два слоя древесины: внутренний, более темный слой — ядро и наружный, значительно светлее окрашенный — заболонь. Такие породы называют ядровыми. К ядровым породам относятся часто применяемые юными техниками для изготовления моделей сосна, лиственница и дуб.

Большинство древесных пород имеет древесину, у которой внутренняя и наружная часть не отличаются друг от друга по окраске. Такие породы называют заболонными. К ним относятся, например, береза, липа, ель, бук, осина, клен, пихта и другие.

Волокна древесины обычно направлены вдоль ствола, параллельно его оси, но иногда, в зависимости от условий роста дерева, волокна располагаются вдоль ствола по спиралям, волнистым и запутанным в причудливые клубки линиям. В зависимости от этого различают косослой (встречается у всех пород), волнистость (встречается у бука, клена, ясеня) и свилеватость (встречается у березы, особенно у карельской).

Естественный рисунок, который образуется на поверхности деталей из древесины волокнами, сосудами и сердцевинными лучами, называется текстурой (рис. 3). Особенно красива текстура древесины плотных лиственных древесных пород — дуба, бука, ясеня, ореха, груши. Поэтому отделку изделий из такой древесины производят так, чтобы не только не скрывать текстуру, а, наоборот, по возможности сделать ее еще более четкой.

Об этом руководитель кружка должен рассказать пионерам и школьникам на занятиях технического кружка, прежде чем они приступят к изготовлению той или иной модели.

Руководителю следует добиваться того, чтобы юные техники научились распозна-

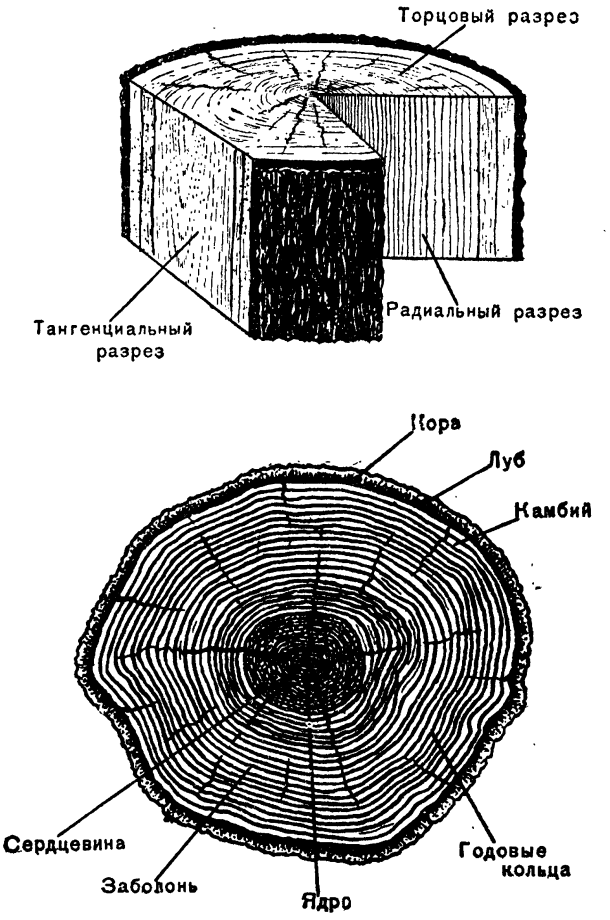


Рис. 2. Разрезы древесины.

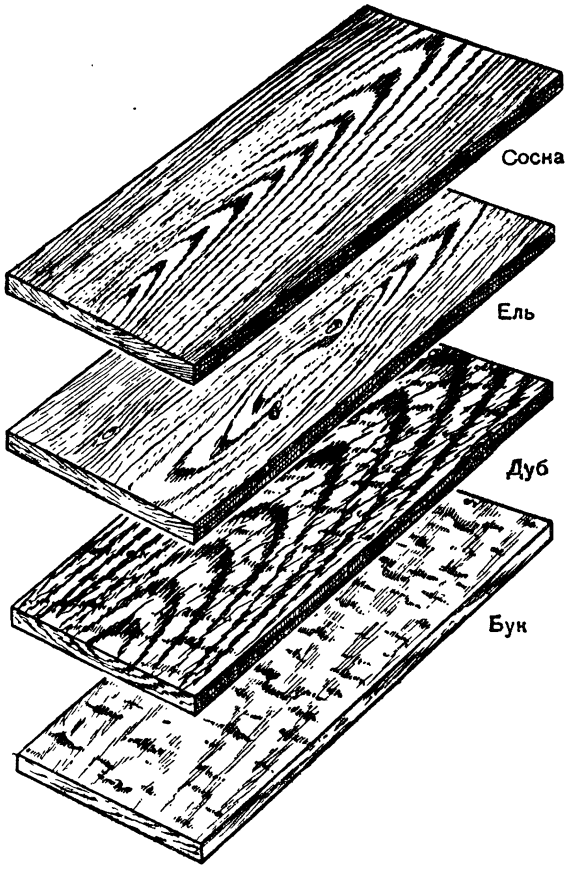


Рис. 3. Текстура древесины некоторых пород.

вать все основные древесные породы по окраске и текстуре их древесины и умели правильно их применять.

ТЕХНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДРЕВЕСИНЫ

Техническими свойствами древесины называют те свойства, которые имеют значение как в процессе ее обработки, так и при использовании в дальнейшем готовых изделий или их деталей. Технические свойства подразделяются на физические и механические.

К основным физическим свойствам древесины, на которые нужно обращать внимание юных техников, относятся: внешний вид древесины (ее цвет, текстура, рисунок, блеск), объемный вес и связанные с ним плотность и пористость, влажность и связанные с нею усушка и коробление древесины (рис. 4).

К механическим свойствам древесины относятся твердость, упругость, пластичность и прочность.

К твердым породам древесины относятся: самшит, граб, груша, ясень, бук, дуб и клен, к мягким — липа, тополь, ель, сосна, ольха и другие.

Твердые породы имеют хорошую гвоздимость. Они лучше, чем мягкие породы, удерживают забитые гвозди.

Большой упругостью обладает древесина дуба, березы, граба. Повышение влажности древесины влечет за собой понижение ее упругости.

Хорошей пластичностью отличается древесина бука, ясеня, вяза. Пластичностью древесины пользуются, например, при изготовлении гнутых деталей в судостроении и авиации.

С повышением влажности пластичность древесины заметно повышается. Поэтому при изготовлении гнутых изделий древесину предварительно парят или замачивают на некоторое время в горячей воде.

Прочность древесины из-за неоднородности ее строения различна. Так, например, древесина лучше сопротивляется сжатию вдоль волокон, чем поперек, а сопротивление ее скалыванию поперек волокон выше, чем по направлению волокон.

Испытание прочности образцов из древесины (на сжатие, изгиб и скалывание) можно производить в школьных гидравлических (масляных) прессах.

В техническом моделировании нашли широкое применение такие породы древесины, как сосна, ель, береза, дуб, липа, бук, клен и бамбук.

Древесина сосны (объемный вес 0,5 *г/см*^{3}) прямослойная, смолистая, желтовато-розового цвета, хорошо обрабатывается: раскалывается, пилится и строгается. Изготовленные из сосны рейки после замачивания или кипячения в воде легко гнутся и после просушки устойчиво сохраняют приданную им форму. Отделываются изделия из сосны обычно окраской кроющими, масляными или нитроцеллюлозными красками. Сосна применяется для изготовления ящиков и панелей, подставок и стоек моделей и приборов, каркасов летающих и плавающих моделей, каркасов щитов и подрамников, стапелей для сборки моделей и многих других работ.

Древесина ели (объемный вес 0,47 *г/см*^{3}) светложелтого цвета, мягкая, легкая и значительно менее смолистая, чем у сосны, но

более сучковатая (сучки при высыхании часто выпадают). Хорошо колется и гнется. Мало коробится. Применяется для тех же целей, что и сосна, и отделывается так же, как и сосна.

Древесина березы (объемный вес 0,7 *г/см*³) белого или чуть желтоватого цвета, твердая и плотная (плотность равномерная), хорошо обрабатывается и, в частности, хорошо точится на токарном станке, прекрасно окрашивается протравами (морилками) и часто имитируется под ценные породы — красное и черное дерево, орех.

Береза применяется для изготовления оснований, подставок, панелей, стоек и штативов для моделей и приборов, винтов, колодок и ручек инструментов.

Древесина липы (объемный вес 0,48 *г/см*³) белого цвета, однородная, мягкая, легкая, обладает небольшой прочностью, хорошо окрашивается водными растворами протрав и полируется.

Липа применяется для изготовления воздушных винтов летающих и плавающих моделей, долбленых корпусов плавающих моделей, сложных по форме бобышек и болванок, а также для изделий, покрываемых резьбой.

Древесина дуба (объемный вес 0,71 *г/см*³) светлобурого или слегка коричневатого цвета, твердая, прочная, с красивой текстурой. Хорошо обрабатывается, но требует при этом значительных физических усилий. Окрашивается водными растворами протрав в различные оттенки коричневого и серого цвета и покрывается лаком или восковой политурой. Полируется с трудом.

Юные техники используют древесину дуба для изготовления подставок и панелей для приборов и моделей, а также рамок,

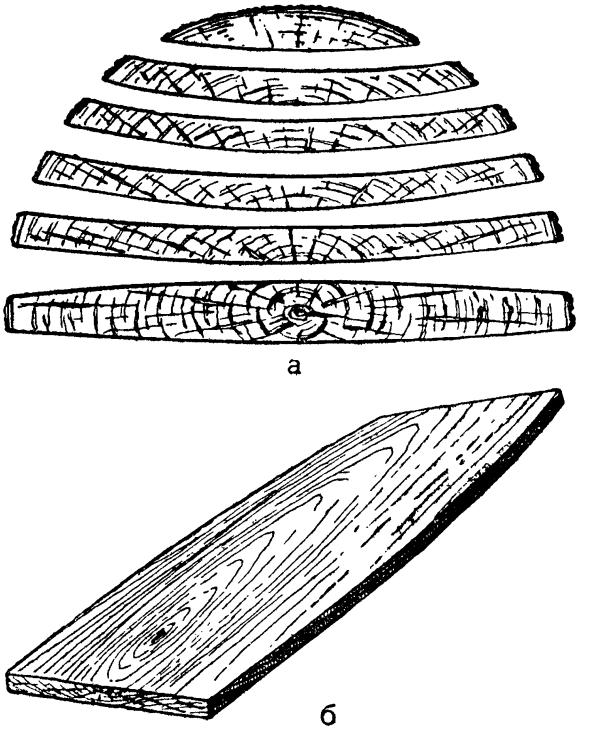


Рис. 4. Усушка и связанное с нею коробление досок:

а — поперечное коробление; *б* — продольное коробление.

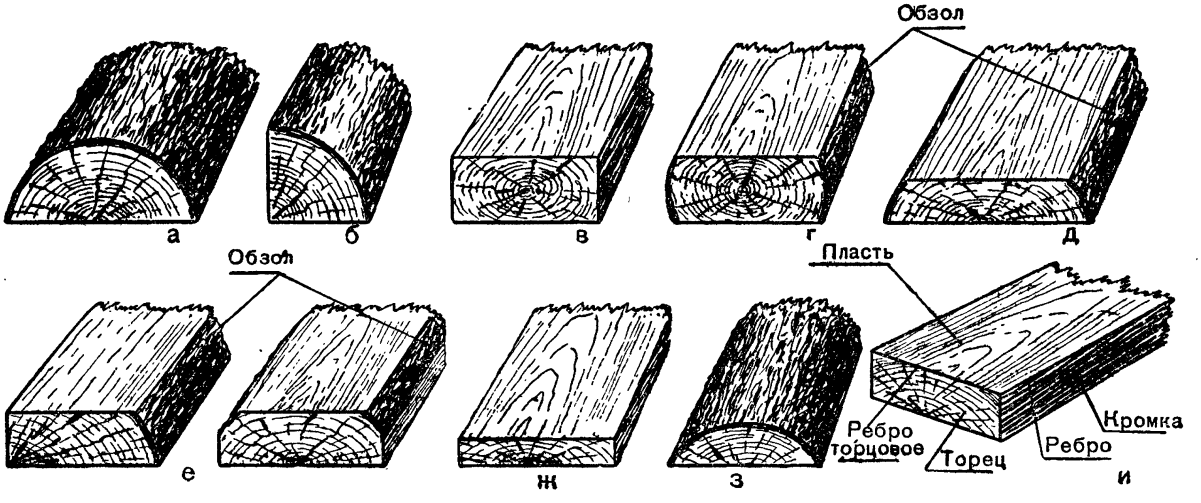


Рис. 5. Пиломатериалы:

а — пластина; *б* — четвертина; *в* — брус четырехкантный; *г* — брус двухкантный; *д* — доска необрезная; *е* — доски обрезные с обзолами; *ж* — доска обрезная; *з* — горбыль; *и* — названия отдельных элементов доски.

ящиков, шкатулок. Дубовая ножевая фанера применяется для фанерования ящиков для радиоприемников, панелей, подставок и кронштейнов для приборов и моделей, различных предметов домашнего обихода, изготовляемых из древесины простых пород (например, сосны и ели).

Древесина бука (объемный вес 0,65 *г/см*³) твердая, плотная, мелкослойная и прочная, розовато-белого цвета, с красивой текстурой, хорошо колется и обрабатывается режущими инструментами. Сильно усыхает и при этом очень коробится. В распаренном виде отлично гнется. Окрашивается протравами в различные оттенки коричневого и красного цвета. Хорошо лакируется и полируется. Применяется юными техниками для изготовления подставок, штативов и панелей для приборов и моделей, рамок, раскладок для щитов, винтов летающих моделей, колодок и рукояток инструментов.

Древесина клена (объемный вес 0,60 *г/см*³) белого цвета, однородная, плотная, твердая, упругая и гибкая, хорошо окрашивается и полируется. Употребляется для изготовления подставок, панелей и ручек для инструментов.

Деловая (наружная) часть древесины бамбука (объемный вес 0,52 *г/см*³) обладает высокой прочностью и гибкостью, хорошо колется вдоль волокон. Реечки из бамбука легко гнутся над пламенем без предварительного замачивания и распаривания.

Для изготовления различных приборов, моделей и наглядных пособий юные техники используют, кроме перечисленных, еще древесину тополя и осины (заменяет липу), а также древесину местных древесных пород — сибирского кедра, лиственницы, пихты, кавказского ореха.

Все лесоматериалы подразделяются на круглые и пиленые. Сортамент круглых материалов составляют бревна диаметром от 11 *см* и выше, подтоварник толщиной от 8 до 11 *см* и жерди толщиной от 3 до 8 *см*.

Сортамент пиленых материалов, или, сокращенно, пиломатериалов, такой: пластины, четвертины, брусья, доски (толстые и тонкие, обрезные и необрезные), горбыли. Все они показаны на рисунке 5.

ПИЛЕНИЕ

Пиление древесины вручную производится пилами разной конструкции, величины и формы.

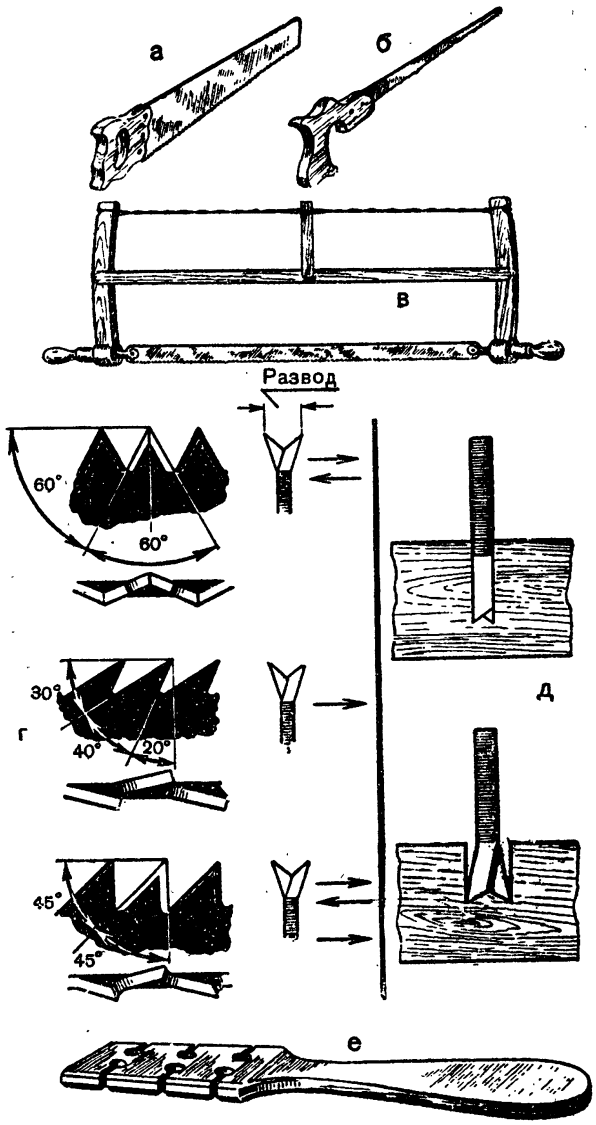


Рис. 6. Пилы:

а — ножовка хозяйственная; *б* — ножовка выкружная для выпиливания деталей с криволинейными очертаниями; *в* — лучковая пила; *г* — форма зубьев пил, их заточка и развод (сверху — для поперечного пиления, в середине — для продольного пиления и внизу — для смешанного пиления; стрелки справа показывают направление движения пилы при рабочем ходе); *д* — пропилы, образуемые в древесине неразведенной (вверху) и разведенной пилами; *е* — разводка — инструмент для разведения пил.

В столярном деле применяются главным образом лучковые пилы и ножовки (рис. 6).

Основной рабочей частью каждой пилы служит тонкая стальная лента, вдоль одного продольного края которой высечены зубья той или иной формы. Эти зубья разводят — отгибают попеременно в разные стороны — и затачивают. Благодаря разводу в про-

цессе пиления ширина пропила получается немного больше толщины полотна пилы и пила свободно перемещается.

По размерам зубьев столярные пилы подразделяют на мелкозубки (высота зубьев до 3 *мм*), нормальные, или средние (высота зубьев 4—5 *мм*), и крупнозубки (высота зубьев 6—8 *мм*). Мелкозубые пилы применяют для мелкой и точной работы (например, для запиливания шипов и проушин) и распиловки сухой и плотной древесины. Распиловку сырой древесины и черновую и грубую распиловку досок и брусков больших размеров из древесины мягких пород производят крупнозубыми пилами.

Из-за неоднородности строения древесины

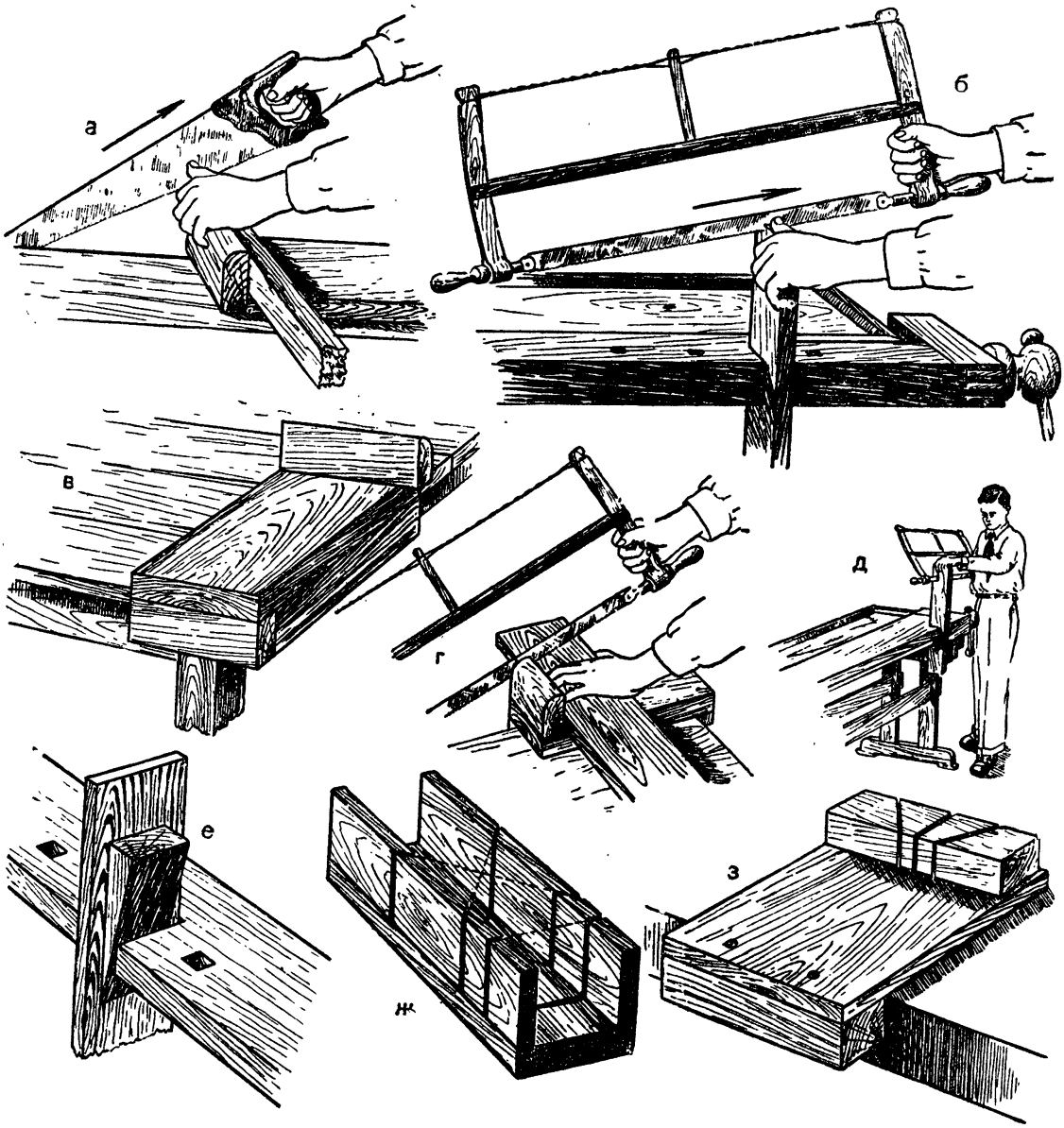


Рис. 7. Пиление древесины:

а — запиливание поперек волокон; *б* — запиливание вдоль волокон; *в* — упорчик для пиления небольших досок, тесин и реек поперек волокон; *г* — использование упорчика при пилении; *д* — продольное, или долевое, пиление; *е* — закрепление распиливаемой детали в верстачной доске при помощи клина; *ж* — распиловочная коробка (верстачное стусло) для пиления под углом 45 и 90°; *з* — упорчик с направляющими пропилами для пиления реек и планок под углами в 45, 60 и 90°.

для пиления вдоль и поперек волокон необходимо применять пилы с разной формой зубьев.

Поперечные пилы, зубья которых имеют форму равнобедренных треугольников и затачиваются с двух сторон, используются для распиловки досок, брусков и реек поперек волокон. Такие пилы одинаково хорошо пилят при движении в обе стороны — от себя и на себя.

Для пиления древесины вдоль волокон используют продольные пилы, у которых зубья имеют форму косоугольных или, реже, прямоугольных треугольничков. Продольные пилы пилят древесину лишь в одном направлении — от работающего. При движении на себя зубья такой пилы лишь скользят по основанию пропила.

При распиловке досок, тесин, брусков и реек материалы закрепляют так, чтобы они были неподвижны во время работы. На рисунке 7 показано закрепление доски в верстаке и верстачной доске при продольной распиловке, а также использование упорчиков и распиловочных коробок при пилении поперек волокон.

Материал при распиловке рекомендуется располагать так, чтобы полотно пилы двигалось в вертикальной плоскости, а линия реза проходила по правому краю разметочной линии. Свет при этом должен падать на материал так, чтобы работающему была хорошо видна разметка.

Рабочая поза при пилении должна быть свободной и устойчивой. Для этого работающий выставляет левую ногу вперед, а ступню правой ноги располагает под углом примерно в 70° к ступне левой.

Прежде чем начать пилить, полотно пилы устанавливают на ребре доски или бруска соответственно с разметочной линией, нанесенной на поверхности материала (рис. 7,*а, б*). Материал придерживают левой рукой, при этом ноготь отставленного вправо большого пальца должен касаться полотна пилы и в момент запиливания служить ориентиром для правильного направления этого полотна. Осторожно, не нажимая пилой на материал, пилу протягивают на себя и, после того как правильно наметится линия пропила, начинают пилить.

При поперечной распиловке пилу необходимо двигать в обе стороны свободно, с легким нажимом. При продольной распиловке обратный ход (движение пилы на себя) проводится совсем без нажима.

Пиление фанеры, для того чтобы не было так называемых отщепов, следует производить мелкозубыми пилами. С этой же целью полотно пилы должно располагаться под острым углом к плоскости листа фанеры. Выпиливание из фанеры сложных по конфигурации и рисунку деталей производится при помощи ручного или механического лобзика.

Лучковые пилы и ножовки необходимо систематически точить и разводить. Эта работа трудна для юных техников и, как правило, выполняется только руководителем. Для точки пилы применяют небольшие трехгранные напильники. Полотно пилы при точке зажимают в тисках между двумя деревянными планками так, чтобы зубья выдавались вверх.

СТРОГАНИЕ

Из различных строгальных инструментов, применяемых для строгания древесины, в кружках юных техников используются шерхебели, рубанки и фуганки.

Основная рабочая часть шерхебеля, рубанка и фуганка — резец, или железка, — стальная пластинка, остро заточенная на одну фаску с нижней стороны.

Шерхебель применяется для грубой строжки, когда требуется быстро снять сравнительно толстый поверхностный слой древесины. Общий вид шерхебеля и его основные части показаны на рисунке 8,*а*. Железка шерхебеля сравнительно узкая. Нижняя, режущая сторона ее имеет закругленную форму, благодаря которой выстроганная поверхность получается неровной, желобчатой.

Для строгания пользуются простым, или одинарным, рубанком (рис. 8,*б*). При строгании деталей, поверхность которых должна быть очень ровной и гладкой, применяют двойные рубанки (рис. 8,*г*) и фуганки (рис. 8,*е*).

При строгании работающий становится у верстака, широко расставив ноги. Ступня правой ноги располагается почти перпендикулярно передней кромке верстака, а ступня левой — почти параллельно этой кромке. Во время строгания работающий с нажимом проводит рубанком по поверхности детали параллельно кромке верстака. При этом корпус работающего подается вперед и тяжесть его тела с правой ноги передается на левую. На рисунке 9,*а, б* показана рабочая

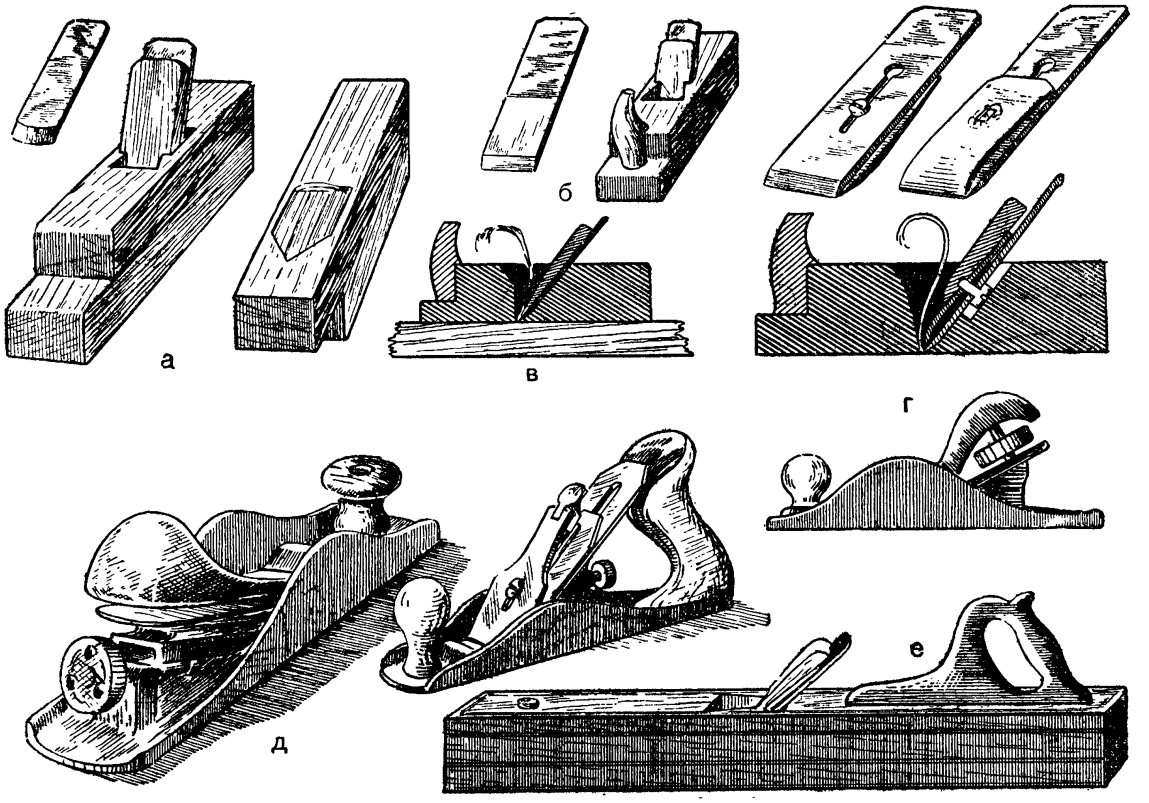


Рис. 8. Инструменты для строгания:

а — шерхебель (слева — железка шерхебеля, справа — вид шерхебеля снизу); *б* — рубанок одинарный (слева — железка одинарного рубанка); *в* — одинарный рубанок в разрезе; *г* — двойной рубанок в разрезе (вверху — железка двойного рубанка с горбатиком); *д* — металлические рубанки разных размеров и конструкций; *е* — фуганок.

поза и хватка инструмента при работе рубанком, а на рисунке 9,*в*, *г* — при работе фуганком.

Схема работы рук при строгании показана на схеме (рис. 9,*д*) стрелками. Когда железка рубанка подходит к строгаемой детали, правая рука толкает рубанок вперед, а левая прижимает его к детали. Далее обе руки одновременно ведут рубанок и прижимают его к обрабатываемой поверхности. Когда рубанок соскальзывает с детали, левая рука только тянет его вперед, а правая в это время давит книзу.

Строгание ведется по направлению волокон древесины. В тех случаях, когда плоскость строгания пересекает волокна древесины под острым углом и необходимо избежать задиров, строгать нужно по слою, а не в задор, то-есть в направлении волокон, выклинивающихся на обрабатываемую поверхность (9,*е*, *ж*).

При строгании сучковатой и свилеватой древесины, для того чтобы получить чистую, без задиров, поверхность, нужно снимать совсем тонкую стружку. Рубанок в этих случаях держат таким образом, что его продольная ось (рис. 9,*з*) составляет с направлением строгания небольшой угол (примерно 30°).

Если при работе необходимо переставить железку рубанка или извлечь ее для точки и правки, клин, зажимающий железку, ослабляют легкими ударами киянки по тыльной (задней) части рубаночной колодки вдоль ее оси (рис. 10,*а*).

Если железку необходимо извлечь или переставить в фуганке, то киянкой ударяют по небольшому цилиндрику, или брусочку, из плотной древесины, вставленному в колодку сверху (рис. 10,*б*).

Строгание торцовых поверхностей деталей из древесины, при котором волокна последней перерезаются под углом, близким к прямому, называется торцеванием. Торце-

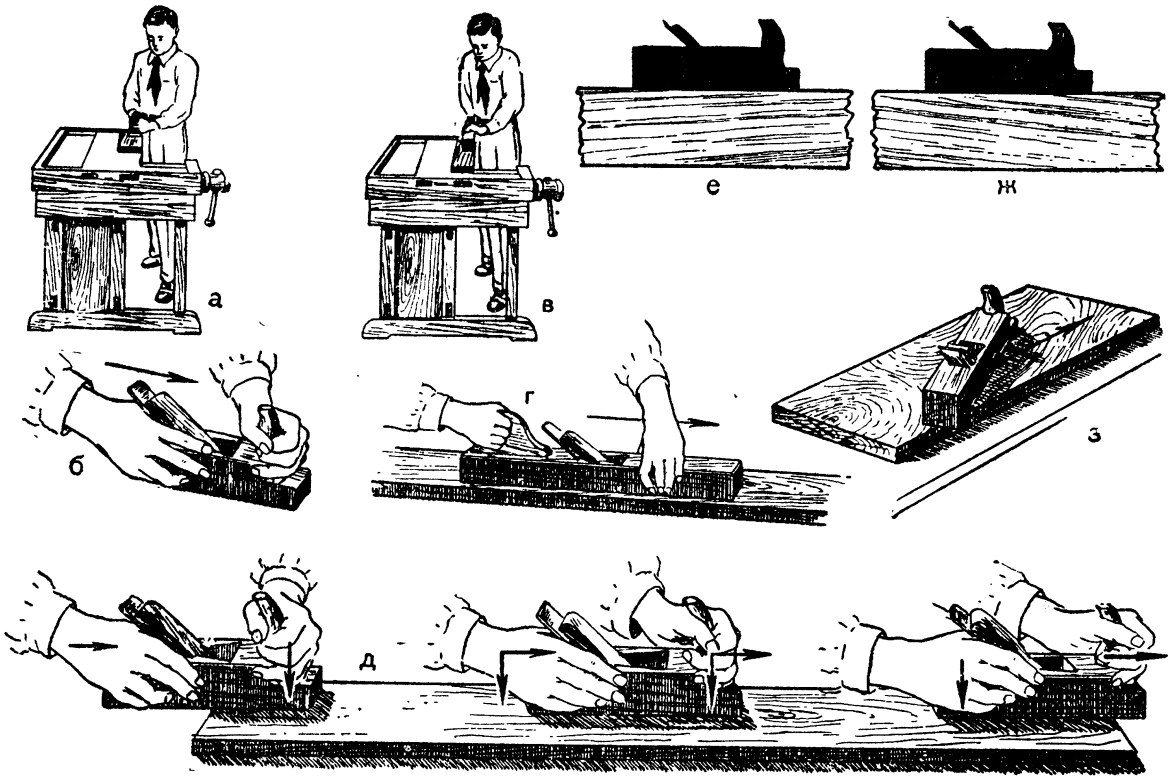


Рис. 9. Строгание древесины:

а — рабочая поза при строгании рубанком; *б* — хватка рубанка; *в* — рабочая поза при строгании фуганком; *г* — хватка фуганка; *д* — схема работы рук в процессе строгания (горизонтальные стрелки показывают толкающие и тянущие усилия, вертикальные — усилия, прижимающие рубанок к обрабатываемой поверхности); *е* — строгание по слою; *ж* — строгание в задор; *з* — строгание свилеватой древесины.

вание проводят осторожно остро заточенным рубанком, снимая совсем тонкую стружку.

Чтобы при торцевании не происходило выкалывания небольших кусочков древесины у краев торцуемой поверхности, рубанок держат так, чтобы его продольная ось составляла некоторый угол с направлением движения рубанка (рис. 11). Торцуемую деталь плотно прижимают боковой гранью, по которой может произойти выкалывание, к какому-либо бруску так, чтобы плоскости торцов детали и бруска совпадали, после чего их торцуют вместе.

Торцевание широких досок, щитов и фанерных листов ведут попеременно с двух противоположных сторон. При этом лезвие железки рубанка до конца торцуемой плоскости не доводят.

Для предупреждения выкалывания древесины при торцевании нередко снимают предварительно небольшую фаску по ребру, вдоль которого может произойти выкалывание (рис. 11,*а*).

В тех случаях, когда угол между боковыми гранями детали и ее торцовой гранью должен быть точным (например, равным 90° или 45°), торцевание ведут в специальном самодельном приспособлении — донце (рис. 11, *г, д*). Рубанок или фуганок кладется на основание донца боком, лезвием железки к лицевой кромке направляющей дощечки. Торцуемая грань детали немного свешивается за кромку направляющей дощечки и прижимается левой рукой к соответствующему упорному уступу. Рубанок двигают правой рукой вдоль донца, постепенно состругивая древесину на торце детали.

При изготовлении прямых и тонких реек, имеющих по всей длине строго определенное сечение, например при ручной заготовке реечек для стрингеров и раскосов летающих и плавающих моделей, применяются спе-

циальные приспособления — протяжки. Протяжка (рис. 12) представляет собою укрепляемую на столе толстую, широкую и ровную доску, на которую попарно наклеены или прибиты узкие, обычно фанерные, реечки строго определенной толщины. Между каждой парой таких реечек образуется желобок, сечение которого точно соответствует сечению заготовляемых реек.

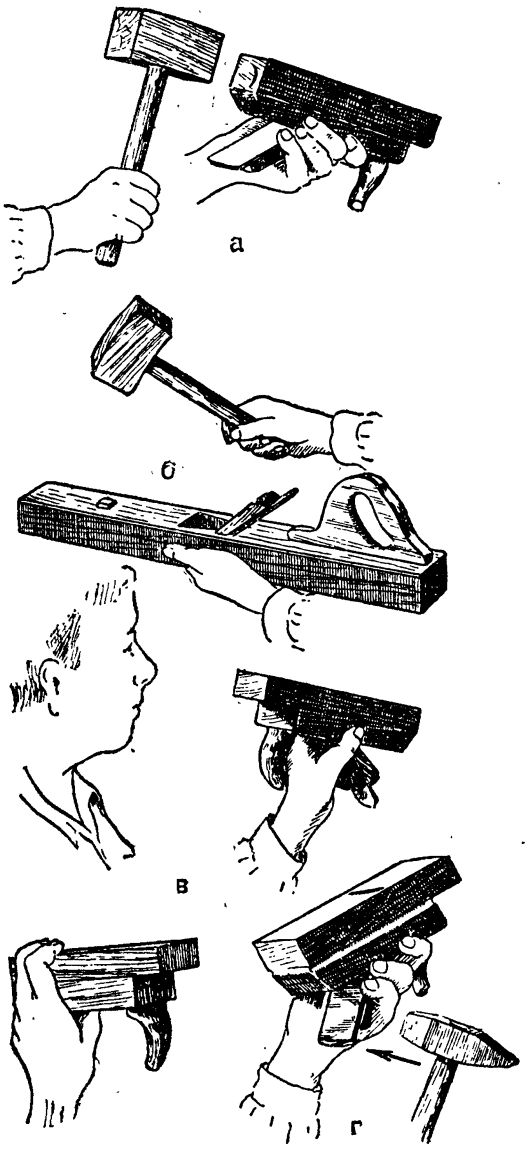


Рис. 10. Ослабление клиньев для извлечения железок из колодок или для регулирования толщины снимаемой стружки:

а — в рубанке; *б* — в фуганке; *в* — прием проверки правильности установки железки в рубанке; *г* — исправление перекоса.

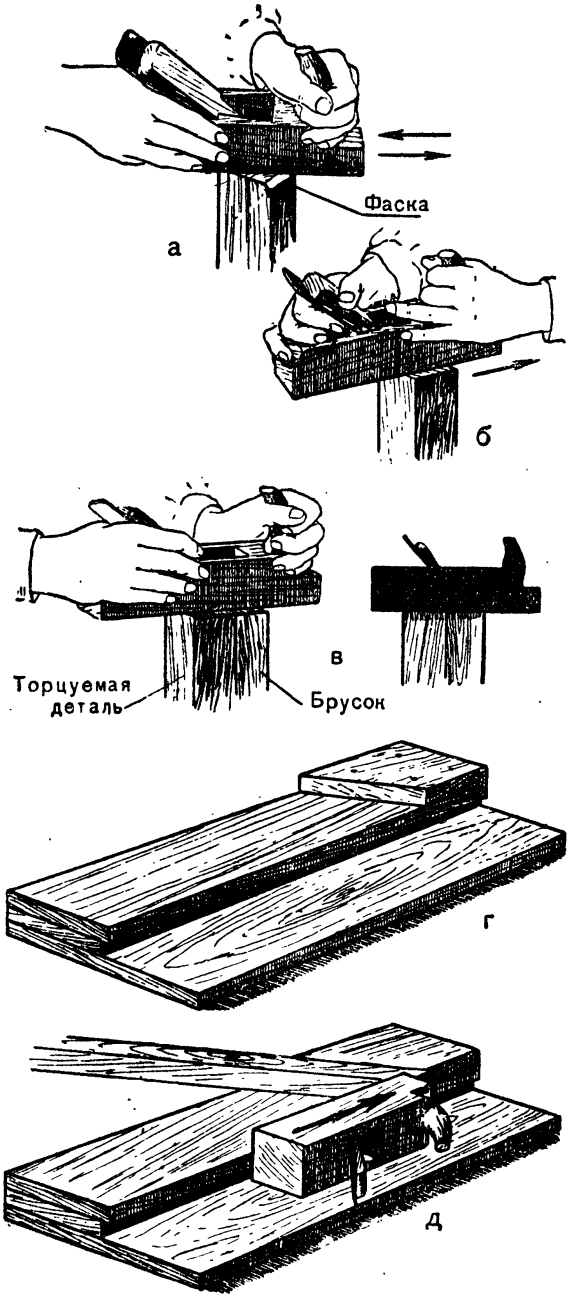


Рис. 11. Торцевание деталей из древесины:

а — торцевание от себя; *б* — торцевание на себя (к себе); *в* — торцевание с бруском (для уменьшения опасности выкалывания древесины); *г* — донце для торцевания под углом 45°; *д* — торцевание бруска в донце.

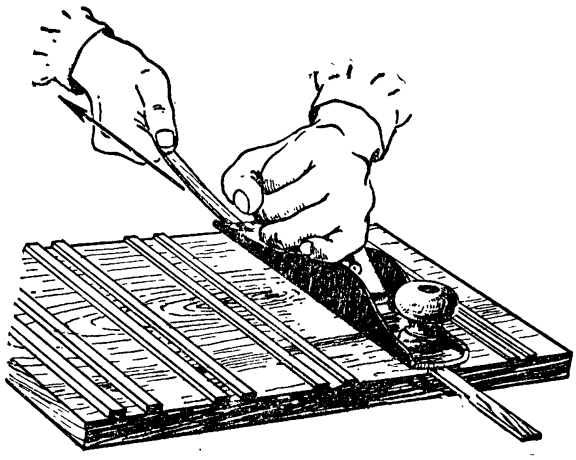


Рис. 12. Строгание реечек на протяжке.

Выстругиваемую рейку укладывают в желобок, прижимают сверху рубанком (левой рукой) и после этого тянут правой рукой на себя. Операцию повторяют несколько раз, поворачивая рейку с одной стороны на другую, пока рубанок не перестанет снимать стружку. При строгании на протяжке длинных реек работу удобнее вести вдвоем.

ДОЛБЛЕНИЕ

Для долбления при ручных работах применяют стамески и долота.

В зависимости от назначения и характера работы стамески и долота используют шириной от 4 до 40, реже до 50 *мм*.

Долбление производят долотами. Для зачистки поверхностей, подрезания кромок, снятия фасок, выемки желобков и других мелких работ используют стамески.

При долблении (рис. 13) по ручке долота ударяют киянкой. Чтобы ручки долота не раскалывались от ударов, их снабжают металлическими кольцами.

При работе стамеской киянку не применяют, а срезают верхний слой древесины, нажимая на стамеску руками или ударяя по ее ручке ладонью правой руки (рис. 13,*и, к, л*). Во избежание порезов при работе стамеской обрабатываемую деталь нельзя держать рукой впереди лезвия инструмента. Работа долотом и стамеской производится только после тщательной разметки.

Долбление сквозных гнезд, проушин и отверстий в массивных деталях производят с двух противоположных сторон. Сквозные отверстия и проушины в деталях, имеющих небольшую толщину, прорезают стамеской соответствующей ширины. Чтобы на нижней стороне детали при этом не получилось трещин и отщепов, необходимо плотно, лучше всего струбцинкой, прижимать деталь к поверхности верстака.

Для облегчения и ускорения работы по долблению нередко применяют сверление (рис. 13, *ж, з*). Так, например, прежде чем выдолбить гнездо, по его краям просверливают два сквозных отверстия. При изготовлении плавающих моделей с долблеными корпусами часть материала высверливают при помощи коловорота с центровой перкой или на сверлильном станке. Оставшуюся часть подлежащего удалению материала выдалбливают долотом и зачищают стамеской.

ЗАТОЧКА И ПРАВКА СТОЛЯРНЫХ ИНСТРУМЕНТОВ

Пользование острыми и правильно заточенными инструментами облегчает и ускоряет работу, способствует повышению ее качества. Поэтому лезвия всех режущих и строгальных инструментов, применяемых при обработке древесины, нужно точить и править, чтобы они были острыми и не имели зазубрин и заусениц.

Для точки столярных инструментов применяют бруски и круглые песчаниковые точила, ручные или с ножным и механическим приводом. Правку инструментов производят при помощи оселков.

При точке ножа его плашмя кладут на смоченный водой брусок и проводят круговыми движениями вдоль всей рабочей поверхности бруска на всю длину лезвия. Точить нож нужно попеременно с двух сторон. Наточенный нож затем правят на оселке, то-есть зашлифовывают обе грани лезвия, уничтожая заусеницы, оставшиеся от точки на бруске или точиле. Нож двигают вдоль оселка или по вытянутым вдоль его оси овалам всегда в сторону обушка.

Оселок во время работы смачивают машинным маслом или керосином.

Стамески, долота, железки от рубанков и фуганков и токарные стамески точат также, обильно увлажняя, на круглом песчаниковом точиле или на бруске. Угол заточки должен строго соответствовать углу, принятому для данного инструмента. При этом рабочая фаска инструмента должна представлять собою плоскость, а режущее лез-

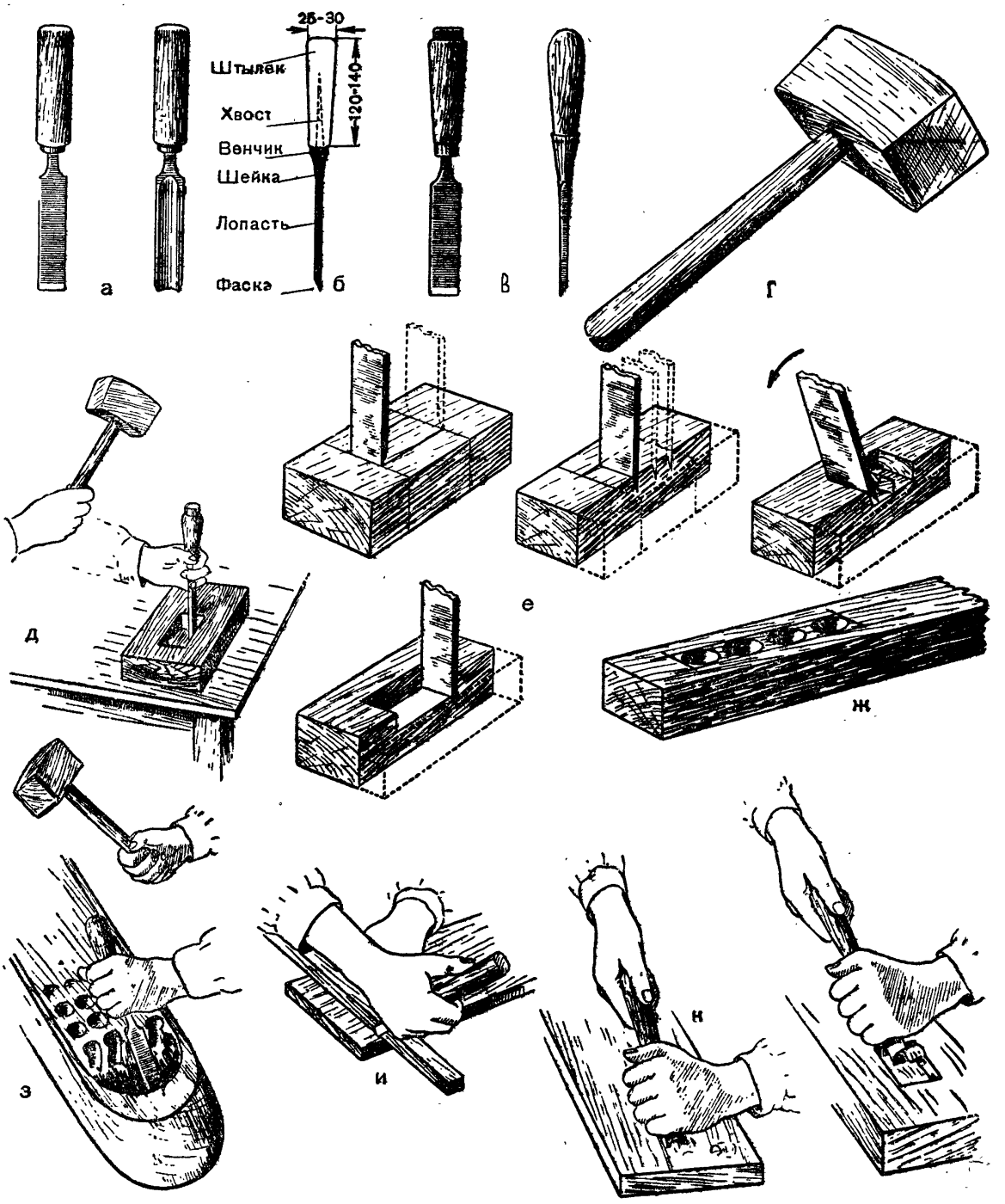


Рис. 13. Долбление:

а — стамески (плоская и полукруглая); *б* — части стамески; *в* — долота (простое столярное и шипозое, или плотничное); *г* — киянка; *д* — приемы долбления; *е* — процесс долбления гнезда; *ж* — засверливание отверстий для ускорения и облегчения долбления гнезда; *з* — долбление корпуса плавающей модели (для облегчения работы произведено предварительное сверление); *и* — подрезка стамеской по линейке; *к* — зачистка стамеской поверхности детали; *л* — зачистка гнезда стамеской.

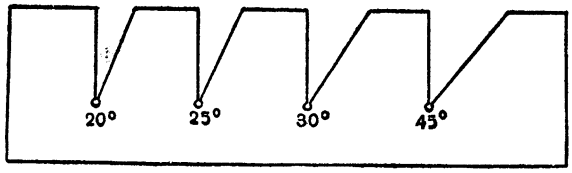


Рис. 14. Металлический шаблон для контроля углов заточки столярных итструментов: стамесок, долот и железок рубанков и фуганков.

вие — быть перпендикулярным оси инструмента, одинаково хорошо наточенным по всей длине. Правильность заточки проверяют при помощи шаблонов и угольников (рис. 14).

Для точки инструментов, имеющих закругленную рабочую фаску (железки шерхебелей) или желобчатую форму резца (полукруглые столярные и токарные стамески) желательно выделить отдельный брусок.

Практика показывает, что лезвия строгальных инструментов для того, чтобы они дольше оставались острыми, следует сразу же после правки «прогреть» о материал, то-есть построгать ими минуту-полторы.

Пилы точат небольшими трехгранными напильниками с мелкой насечкой. Полотно пилы закрепляют между двумя деревянными брусками в тисках или зажимах верстака.

При точке продольной пилы напильник двигают в пазухах зубьев в плоскости, перпендикулярной полотну. При точке поперечных пил напильник двигают под углом в 60—70° к полотну пилы и так, чтобы затачиваемые зубья сохраняли форму равносторонних треугольников. Сначала затачивают зубья, отогнутые при разводе в одну сторону, а затем все зубья, отогнутые в противоположную сторону.

Затачивать пилу следует размеренными, спокойными движениями, без сильного нажима. Прижимать напильник к полотну пилы нужно только при движении от работающего, а при движении к себе напильник приподнимают над полотном.

Разведение зубьев пилы может производиться специальными инструментами — разводками — или с помощью отвертки.

СВЕРЛЕНИЕ

Для сверления древесины применяют различные перки и спиральные сверла, которые укрепляются в различных приспособлениях или станках (рис. 15).

Отверстия небольших диаметров (до 3—5 *мм*) можно сверлить в древесине при помощи самодельных перовых перок, легко изготовляемых из стальной проволоки или проволочных гвоздей так, как показано на рисунке 15.

Сверление в деталях из древесины отверстий диаметром от 3 до 7 *мм* часто производят буравчиками.

Иногда вместо сверления отверстия прожигают накаленным докрасна проволочным гвоздем или прямым отрезком стальной проволоки.

В деталях небольшой толщины, например фанерных, мелкие отверстия делают стальным шилом (для этой цели лучше применять не круглое, а граненое шило).

Сверление в деталях из древесины цилиндрических (круглых в сечении) отверстий производят по предварительной разметке. Центры будущих отверстий намечают простым карандашом, лучше всего крестиками. Разметку центров отверстий можно производить, накалывая древесину шилом. Такие наколы особенно полезны при сверлении отверстий спиральными сверлами.

При соединении деталей шурупами необходимо рассверлить (раззенковать) верхнюю часть просверленных под шурупы отверстий так, чтобы головки завинченных шурупов были «утоплены» — скрыты в небольших конических углублениях. Такие углубления юные техники могут сделать сверлом, диаметр которого в полтора-два раза больше диаметра сверла, использованного для сверления отверстий под шурупы.

При сверлении отверстий с помощью ручных приспособлений надо строго соблюдать вертикальность сверла и умеренный нажим на сверло. Это достигается правильным рабочим положением юного техника при сверлении.

При сверлении отверстий в цилиндрических деталях в радиальном направлении сверло часто уходит в сторону. Чтобы избежать этого, применяют так называемые кондукторы.

Кондуктор можно сделать самим из твердой древесины, но лучше если он будет металлический. Отверстие в кондукторе делается небольшое (3—4 *мм*). Если же для детали отверстие понадобится большее, то его потом рассверливают. Устройство кондуктора показано в главе «Машиностроительный кружок» на рисунке 33.

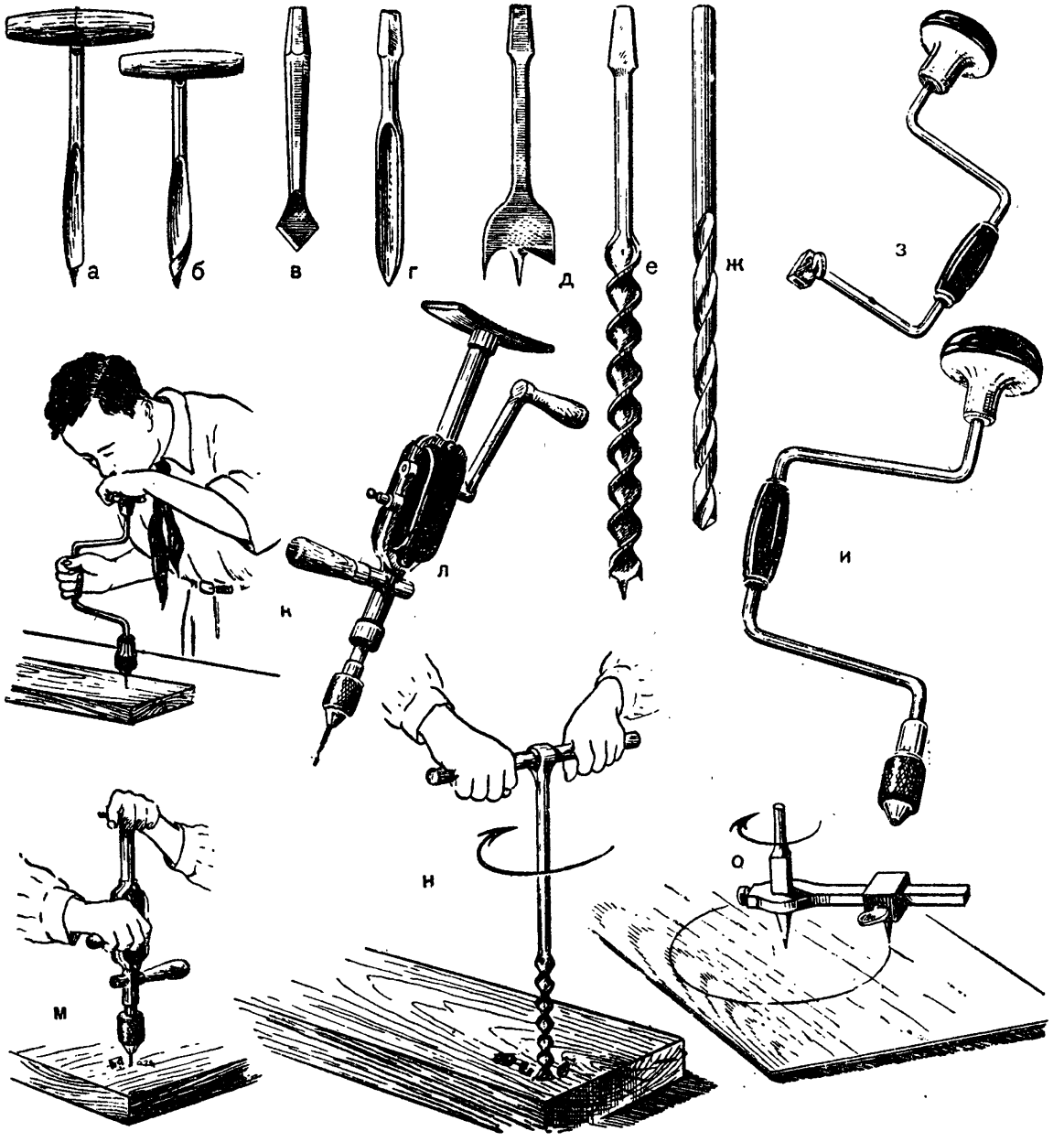


Рис. 15. Сверление отверстий в древесине:

ручные буравчики: *а* — ложечный; *б* — витой; *в* — перовое сверло; *г* — ложечное сверло; *д* — центровая перка (центур); *е* — спиральное сверло; *ж* — спиральное сверло для металла; *з* — простой коловорот (с винтовым зажимом); *и* — коловорот с патроном; *к* — сверление отверстия коловоротом; *л* — общий вид дрели; *м* — сверление отверстия дрелью; *н* — сверление отверстия буравом; *о* — вырезывание отверстия большого размера при помощи кругореза.

СОЕДИНЕНИЕ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ

Различают следующие основные виды сопряжений деталей из древесины: сплачивание, сращивание и наращивание элементов по длине, примыкание элементов под углом, пересечение элементов. На рисунках 16, 17, 18 и 19 показаны основные, наиболее часто встречающиеся в конструкциях юных техников виды столярных соединений.

Соединение деталей изделий из древесины производится обычно на клею, гвоздях и шурупах, реже на болтах.

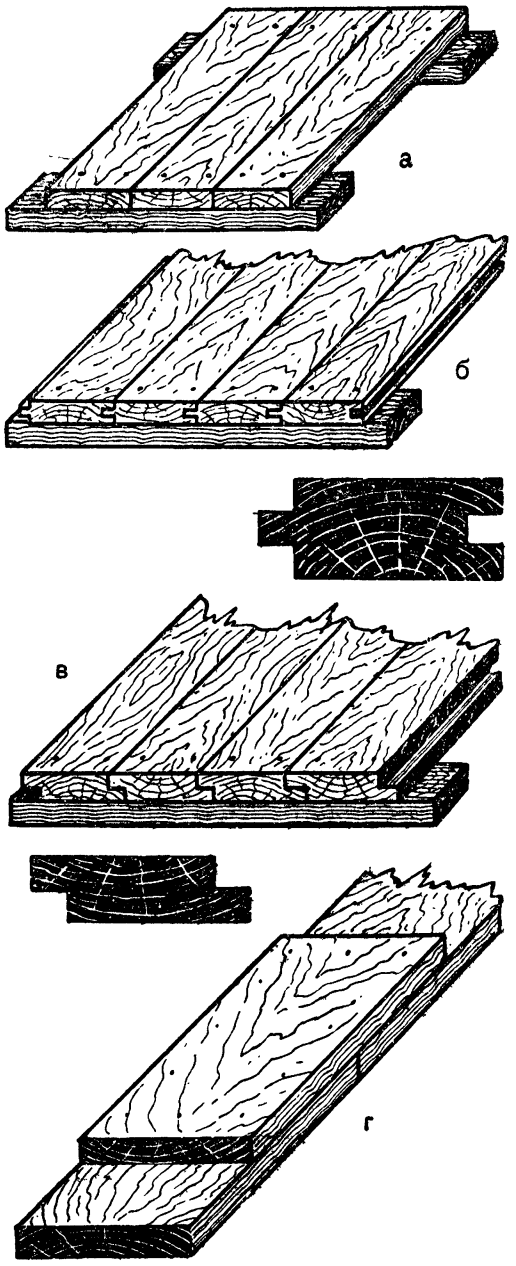


Рис. 16. Сопряжения элементов из дре-; весины:

а — сплачивание впритык; *б* — сплачивание в шпунт; *в* — сплачивание в четверть; *г* — сращивание впритык с накладкой.

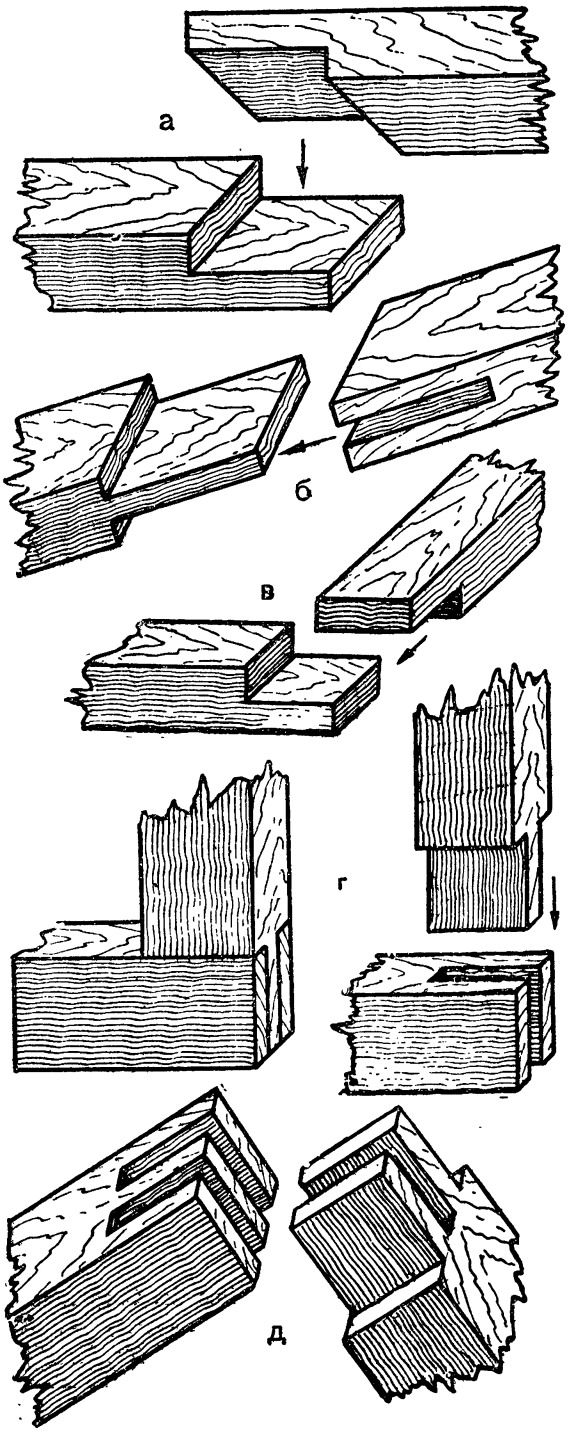


Рис. 17. Сопряжения элементов из древесины:

а — сращивание вполдерева; *б* — сращивание в шип; *в* — соединение под углом вполдерева; *г* — соединение под углом одинарным сквозным шипом; *д* — соединение под углом двойным сквозным шипом.

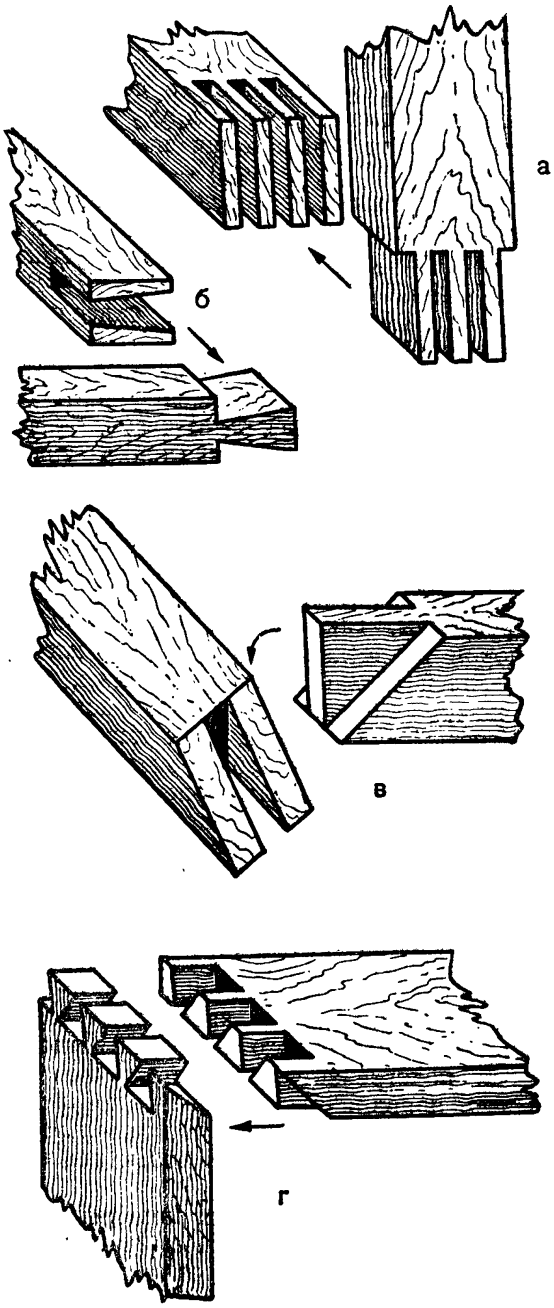


Рис. 18. Сопряжения элементов из древесины:

а — соединение под углом тройным сквозным шипом; *б* — соединение под углом косым шипом («ласточкин хвост»); *в* — соединение под углом; *г* — соединение под углом косым сквозным ящичным шипом.

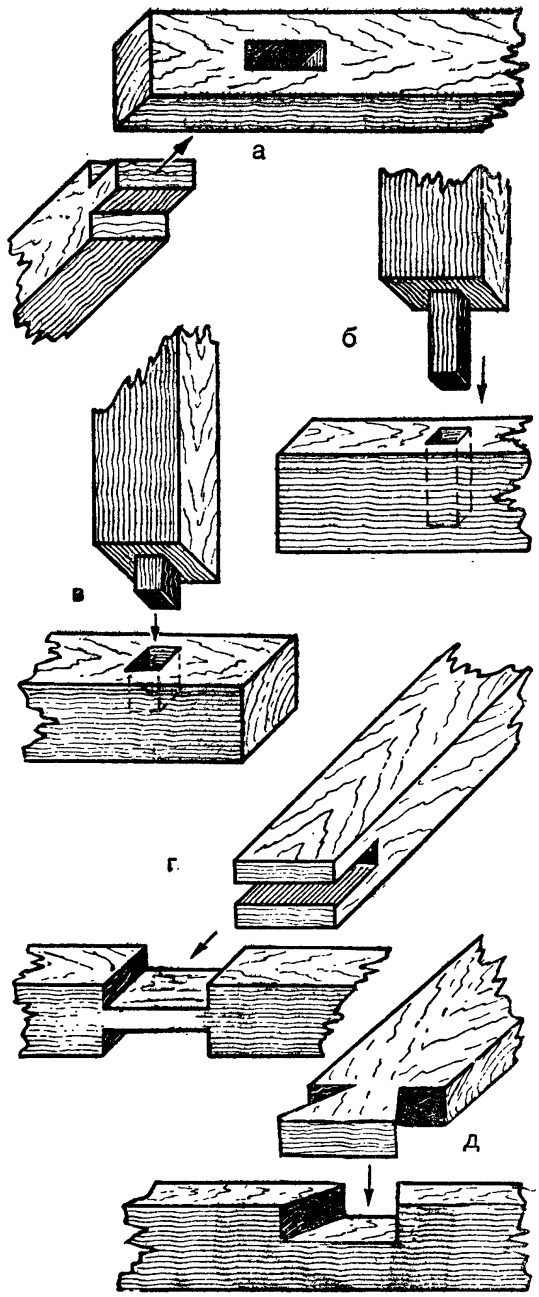


Рис. 19. Сопряжения элементов из древесины:

а и *б* — примыкание под углом сквозным шипом; *в* — примыкание под углом потайным шипом; *г* — примыкание под углом (проушина); *д* — примыкание под углом простым сковороднем («ласточкин хвост»).

Склеивание деталей. Для склеивания древесины применяется столярный или казеиновый клей. При правильной склейке прочность по шву не уступает прочности самой древесины.

Склеивать можно только те детали, которые изготовлены из сухой древесины, так как повышенная влажность ее значительно снижает прочность соединения. Склеиваемые поверхности необходимо тщательно подогнать друг к другу, чтобы шов был тонкий и повсюду одинаковый по толщине. Прочность соединения увеличивается, если склеиваемые поверхности сделать шероховатыми (например, при помощи рашпиля).

Для прочности склейки большое значение имеет чистота склеиваемых поверхностей, отсутствие на них пыли, грязи, жира, остатков старого клея. Из тех же соображений не следует трогать подготовленные к склеиванию поверхности руками.

Столярный клей на склеиваемые поверхности нужно наносить обязательно в подогретом состоянии (при температуре 40—70°), быстро и тонким слоем. Прочность соединения увеличивается, если склеиваемые поверхности перед нанесением на них клея немного подогревают. Такой подогрев особенно рекомендуется при склеивании больших поверхностей.

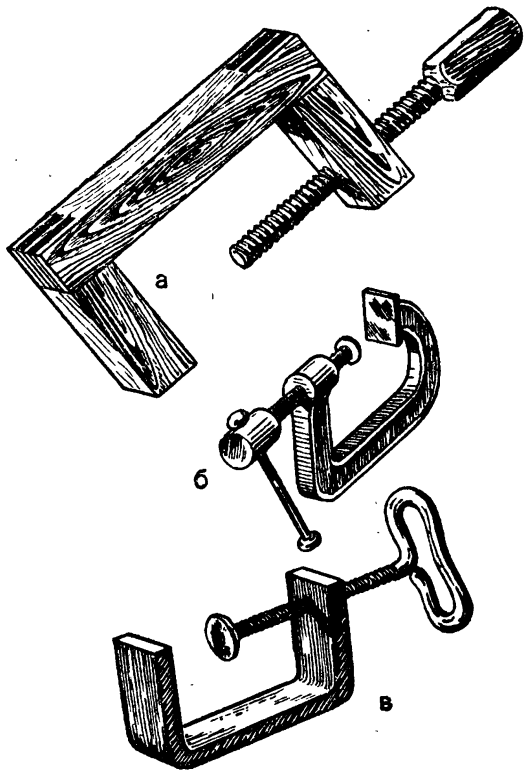


Рис. 20. Приспособления для запрессовывания склеенных деталей:

а—струбцинка деревянная; *б, в*—струбцинки металлические.

После нанесения клеевого раствора склеиваемые детали немедленно соединяют и плотно прижимают друг к другу в зажимах верстака или при помощи специальных приспособлений (рис. 20) — струбцинок, вайм, сулаг, винтовых прессов, клиновых зажимов. Мелкие детали можно связывать прочными нитками или сжимать пружинными зажимами для белья (защепками). Во многих случаях для сжимания склеенных деталей применяют какой-нибудь груз. Под прессом склеенные детали должны оставаться в сухом и теплом помещении от 12 до 24 часов, но не менее 6—8 часов. Обрабатывать склеенные детали можно только после того, как они полностью просохнут.

Густота клея зависит от породы древесины, из которой изготовлены склеиваемые детали, и от взаимного расположения волокон древесины. Так, при склеивании плотных пород древесины — дуба, бука, клена, ясеня — клей нужно разводить жиже, чем при склеивании менее плотных пород — липы, сосны, ели, березы. Для повышения прочности склейки деталей, в которых плоскости швов расположены поперек волокон древесины, следует сухие и подогретые торцы проклеить жидким раствором клея (так называемой проклейкой). Только после того как этот слой клея высохнет, детали склеивают обычным способом.

При изготовлении различных моделей и приборов юные техники применяют для склеивания древесины и казеиновый клей. В отличие от столярного клея казеиновый клей не подогревается. В остальном все основные правила — подготовка поверхностей, порядок склеивания — при использовании казеинового клея те же, что и для столярного.

При сборке на клею своих моделей юные авиамоделисты и судомоделисты применяют специальный клей АК-20 и нитроцеллюлозный клей — эмалит. Последний представляет собою светлый (то-есть неокрашенный) нитролак, используемый в производстве для нанесения на изделие первого лакового покрытия. Порядок склеивания остается тот же.

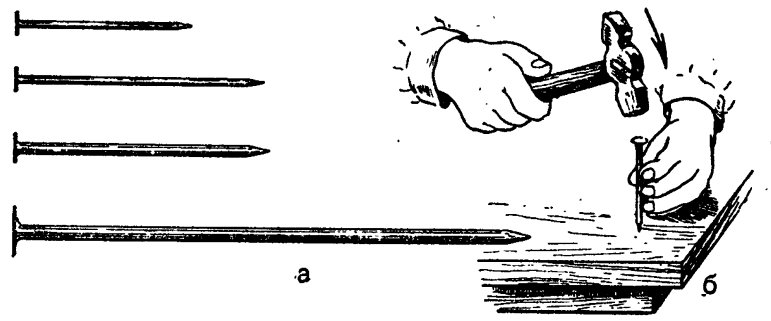
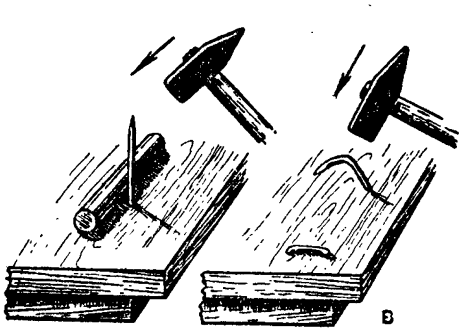
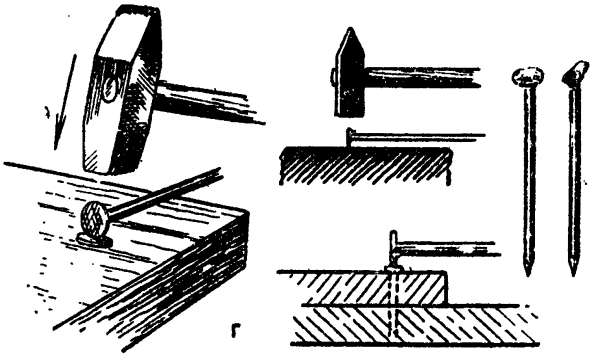
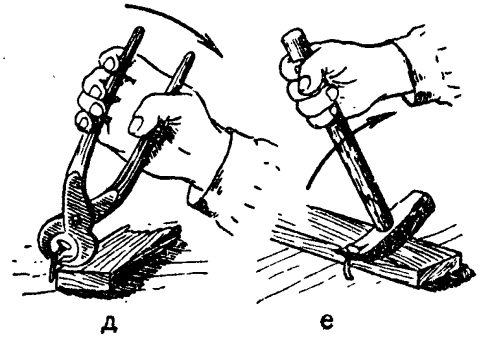


Рис. 21. Соединение на гвоздях:

а — гвозди проволочные; *б* — забивание гвоздя; *в* — загибание концов гвоздей; *г* — «утопление» шляпки гвоздя в материале детали (сверху справа — расплющивание шляпки гвоздя перед его забиванием, справа—гвозди с расплющенными шляпками); *д, е*—извлечение гвоздя при помощи клещей и молотка с гвоздодером (подкладки предохраняют поверхность изделия от повреждения).







Соединение на гвоздях и шурупах наиболее простой и доступный способ соединения отдельных деталей из древесины (рис. 21). Гвозди и шурупы широко применяют также для крепления на деревянных основаниях различных металлических деталей.

Чтобы соединения на гвоздях были прочными, нужно правильно подобрать размеры гвоздей, их количество и направление забивки. Гвозди, забитые в торец детали, то-есть вдоль волокон древесины, держатся слабее, чем те, которые забиты перпендикулярно древесным волокнам.

Руководитель кружка должен предостеречь юных техников от забивки нескольких гвоздей вдоль одного слоя древесины, так как это может вызвать раскалывание древесины. Расколоть древесину может и слишком толстый гвоздь или гвоздь, забитый слишком близко к торцовому краю доски, бруска или рейки.

Прибивают гвоздями всегда более тонкую деталь к более толстой: доску или тесину к бруску, фанеру к доске или бруску и т. д. Гвозди подбираются так, чтобы их длина была в 2,5—4 раза больше толщины прибиваемой детали (чем толще прибиваемая деталь, тем меньше относительная длина гвоздей, используемых для ее прибивания).

Прочность соединения деталей возрастает, если гвозди забиваются «ласточкиным хвостом», то-есть в разных плоскостях.

Для увеличения прочности соединения прибивание деталей гвоздями часто комбинируют со склейкой.

Если длина гвоздей превышает общую длину соединяемых деталей и гвозди проходят насквозь, конец каждого гвоздя загибают крючком и забивают в поверхность детали (рис. 21,*в*).

Шляпки головок гвоздей обычно портят внешний вид изделия. Поэтому их стараются «утопить» на несколько миллиметров под поверхность детали, а получившиеся углубления зашпаклевать. Для этого каждый гвоздь перед его забивкой укладывают плашмя на какой-нибудь массивный метал-

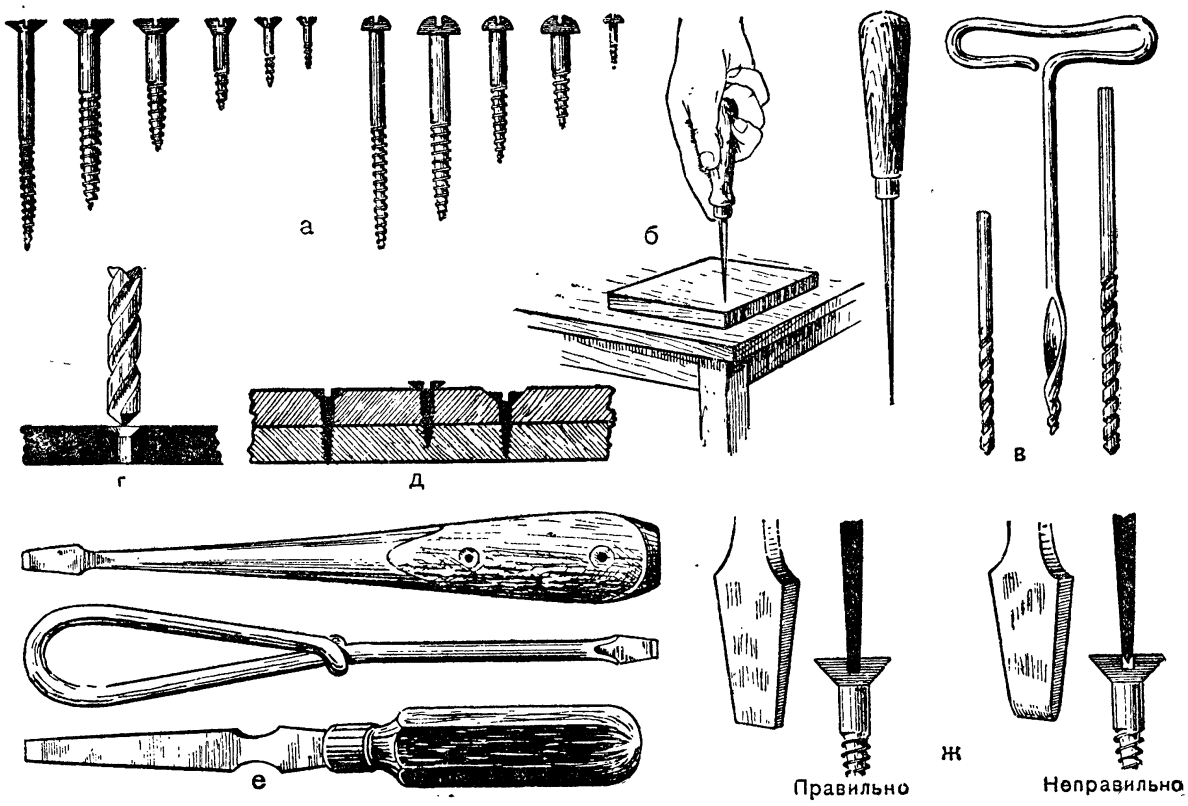


Рис. 22. Соединение деталей из древесины шурупами:

а — шурупы с потайной и полукруглой головками и с прорезями (шлицами) под отвертку; *б* — накалывание отверстий под небольшие шурупы шилом; *в* — инструменты, применяемые для сверления отверстий под шурупы: шило, сверла и буравчик; *г* — раззенковка отверстия под шуруп с потайной головкой; *д* — правильная (слева) и неправильная раззенковка отверстий под шурупы; *е* — отвертки; *ж* — правильная и неправильная заточка отверток.

лический предмет — наковальню, плиту или обух топора — и расплющивают его головку молотком. Затем гвоздь забивают так, чтобы плоскость его расплющенной головки совпала с направлением волокон древесины. Забитый гвоздь загоняют еще на несколько миллиметров. Для этого на его шляпку укладывают боком головку другого гвоздя и ударом молотка по последней углубляют забитый гвоздь.

Когда необходимо прибить тонкие реечки, штапики и другие детали или когда эти детали предварительно склеивают, головки гвоздей откусывают кусачками.

Для извлечения забитых гвоздей пользуются клещами или специальным молотком, имеющим для этой цели захват — гвоздодер. Для предохранения поверхности изделия от повреждений под клещи и молоток подкладывают при извлечении гвоздей обрезки фанеры или деревянные бруски (рис. 21, *д, е*).

Сборку деревянных конструкций различных моделей и приборов, особенно когда отдельные детали конструкций должны быть съемными, часто производят при помощи шурупов.

При сборке конструкций на шурупах (рис. 22) сначала производят разметку, то-есть устанавливают места расположения шурупов. Затем в верхней детали под каждый шуруп просверливают шилом, буравчиком или сверлом отверстие, диаметр которого должен быть равен или чуть-чуть меньше диаметра верхней цилиндрической части шурупа. В нижней детали под шурупы просверливают отверстия вдвое меньшего диаметра. При завинчивании в древесину шурупы нарезают в ней резьбу, благодаря которой они плотно стягивают соединяемые детали и хорошо в них держатся.

Иногда для достижения особой прочности конструкции сборку деталей проводят на клею и шурупах одновременно.

РАБОТА С МЕТАЛЛАМИ

Металлы и многочисленные по составу и назначению сплавы металлов широко применяются в народном хозяйстве. Они имеют огромное значение и в повседневной жизни человека.

На занятиях кружка руководитель должен познакомить юных техников с использованием металлов и сплавов металлов в промышленности (станки, машины, приборы), строительном деле (балки, колонны, каркасы высотных зданий, кровли, строительные механизмы), на транспорте (рельсы, мосты, подвижной состав железных дорог, речные и морские суда) и в сельском хозяйстве.

Занимаясь изготовлением различных моделей, приборов, макетов, учебных пособий и других изделий, юные техники узнают об основных свойствах наиболее распространенных черных и цветных металлов и их сплавов: твердости, прочности, теплопроводности, электропроводности и пр., знакомятся с областями применения металлов, учатся различать металлы и сплавы по их внешним признакам.

Выполняя практические работы, юные техники постепенно усваивают классификацию металлов по сортам (рис. 23) и основным маркам, в зависимости от их назначения и состава, изучают инструменты, станочное оборудование, осваивают приемы обработки различных металлов и сплавов, приобретают умения и навыки по разметке и контролю, резке, рубке, опиловке, сверлению, паянию и отделке поверхности изделий из металла.

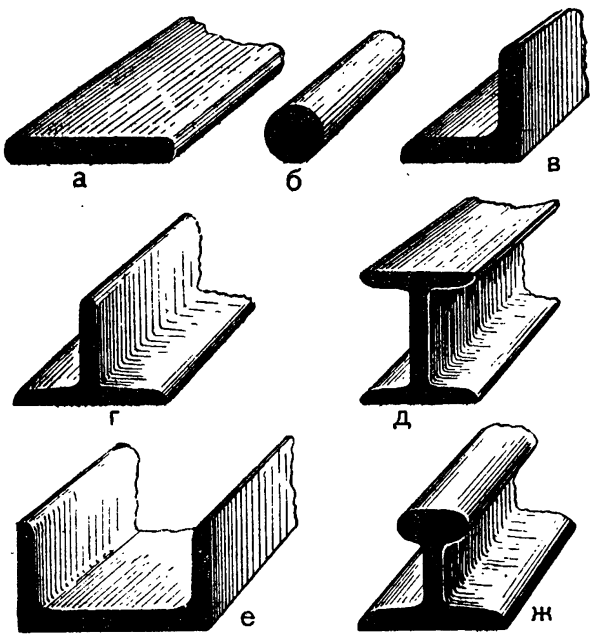


Рис. 23. Основные виды профилей проката стали:

а — полосовая сталь; *б* — круглая; *в* — уголок; *г* — сталь таврового сечения; *д* — двутавр; *е* — сталь корытного сечения; *ж* — рельс.

Желательно, чтобы руководитель научил юных техников выполнять простейшие работы на сверлильном, токарном и фрезерном станках. Хорошо усвоить соответствующие правила техники безопасности — также одна из задач в работе технических кружков.

Большое значение для расширения кругозора юных техников имеет знакомство их с процессами обработки металла — отжигом, закалкой, отпуском и цементацией, с организацией соответствующей работы на производстве, с явлениями ржавления (коррозии) разных металлов и сплавов и со способами защиты от него металлических изделий и конструкций при помощи окраски и покрытия тонкими защитными слоями цветных металлов — цинка (оцинкованное железо), олова (белая жесть), никеля, хрома и других.

Экскурсии, встречи со специалистами и учеными, демонстрации кинофильмов и диафильмов дают юным техникам понятие о механизированных процессах обработки металлов и сплавов. Причем во всех этих мероприятиях особое внимание нужно уделять показу новейших достижений и передовых методов обработки металлов (скоростное и силовое резание металлов, электроискровая обработка металлов, использование токов высокой частоты для закалки, усовершенствованные приемы сварки и т. п.). Важно также систематически знакомить юных техников с профессиями металлистов, с приемами и организацией труда слесаря, токаря, кузнеца, фрезеровщика, с достижениями передовиков и новаторов производства.

Следует знакомить юных техников и с наиболее интересными случаями замены металлов в современном производстве различными пластмассами. Так, например, пионерам и школьникам интересно будет узнать об использовании текстолита для изготовления зубчатых шестерен и шкивов, о применении специальных пластмасс для изготовления вкладышей подшипников.

ПРАВКА И ГНУТЬЕ МЕТАЛЛА

Правкой листового материала в слесарном деле называют процесс выравнивания изогнутых или имеющих местные вмятины и перегибы металлических листов, заготовок и деталей. При помощи правки выпрямляют также полосовой и прутковый металл, металлические трубки, проволоку (рис. 24).

Правку производят вручную на гладкой стальной плите (рихтовочной плите) или наковальне. Для правки деталей небольшой величины можно воспользоваться отрезком стальной двутавровой балки или балки корытного сечения (швеллер).

Поверхность плиты, на которой производится правка, должна представлять собою плоскость и не иметь выбоин и вмятин.

Правку листового металла и деталей большой толщины производят слесарными молотками. Листы толщиной до 1 *мм* правят киянками, а совсем тонкие проглаживают правильными брусками из твердой древесины или стали. Тонкую фольгу правят, разглаживая ее на листе бумаги пальцем или комком ваты.

Бойки молотков и киянок, применяемых для правки, должны быть ровными и гладкими. При правке деталей и листов из мягких цветных металлов часто применяют свинцовые и алюминиевые молотки.

Листовой металл при правке укладывают на плиту выпуклостью или складкой вверх. Удары молотком или киянкой наносят сначала по краям листа, затем все ближе к центру выпуклости. При этом по краям выпуклости удары должны быть сильнее.

Листы мягкого цветного металла — алюминия, меди, латуни, чтобы на их поверхности не оставалось следов от ударов молотком или киянкой, при правке часто покрывают куском картона.

Правку (выпрямление) проволоки производят обычно волочением: проволоку зажимают между двумя деревянными брусками и протягивают один-два раза. Тонкую проволоку для ее выпрямления достаточно протянуть, сильно натягивая, вокруг какого-либо круглого металлического стержня или деревянного бруска, например дверной ручки, зажатого в тиски зубила и т. п. Толстую стальную проволоку, так же как прутковый металл, правят на стальной плите ударами молотка или киянки.

Правку металлических трубок производят на плите. Эту работу, особенно если трубки изготовлены из мягких металлов или имеют тонкие стенки, необходимо вести осторожными ударами киянки, чтобы не помять стенок. Трубки при этом нужно вращать вокруг оси.

Изгибание мелких деталей из проволоки, полосок жести и цветных металлов производят на руках при помощи плоскогубцев, круглогубцев, овалогуб-

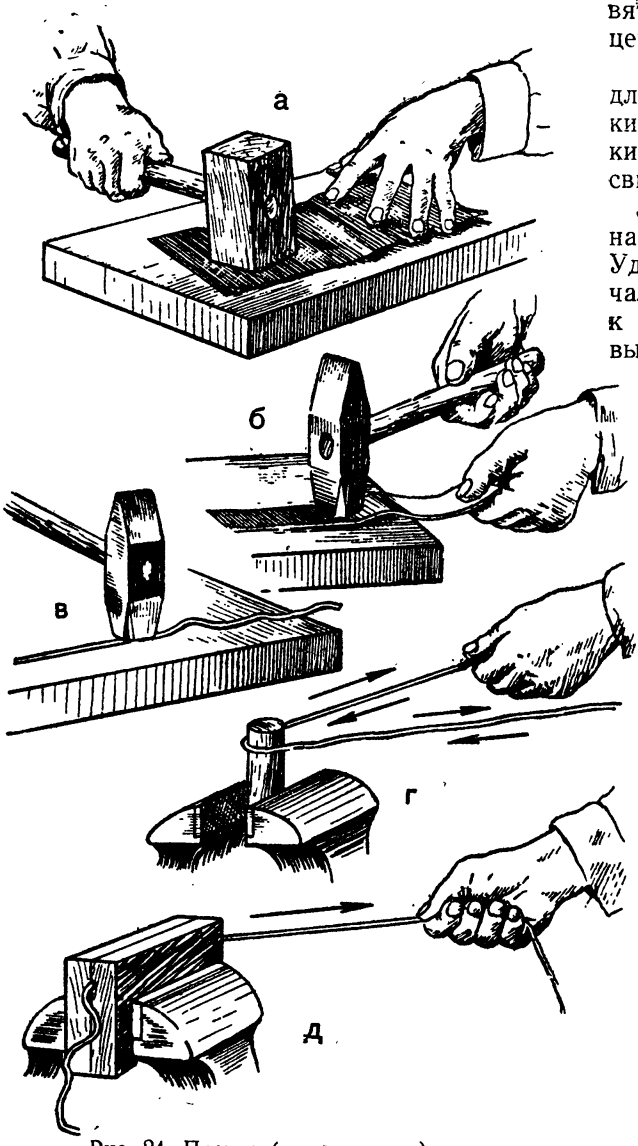


Рис. 24. Правка (выпрямление) металла:

а — правка листового металла при помощи киянки; *б* — правка полосового металла; *в* — правка толстой проволоки; *г* — правка проволоки протягиванием; *д* — правка проволоки волочением между двумя зажатыми в тисках дощечками.

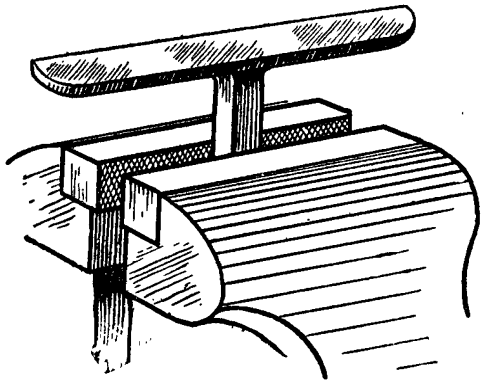


Рис. 25. Стальная гребенка для мелких работ с листовым и полосовым металлом.

цев и пассатижей. Более крупные детали изгибают в тисках. Изгибание листового металла под прямым и острым углами, например при загибании кромок в различных моделях, удобно производить на длинном стальном уголке, укрепленном вдоль кромки крышки верстака.

Для мелких работ по загибанию кромок у деталей из листового металла пользуются так называемым скребком — толстой стальной пластинкой Т-образной формы, которая при работе зажимается в тисках (рис. 25).

При изготовлении из листового металла различных объемных деталей в мастерской следует иметь стальные брусья квадратного и круглого сечений, которые укрепляют на верстаке так, чтобы один конец свешивался.

При изготовлении деталей различных моделей — масло-, бензино- и паропроводов, насосов и т. п. — юным техникам часто приходится изгибать металлические трубки. Гнутье металлических трубок ведут по шаблонам или непосредственно по чертежам, выполненным в натуральную величину.

Медные, латунные и алюминиевые трубки небольших диаметров (до 4—5 *мм*) можно гнуть в холодном состоянии и без набивки. Трубки больших диаметров, чтобы в местах сгиба не происходила их деформация (не изменялась форма поперечного сечения и не образовывались складки), перед изгибанием плотно набивают хорошо просушенным мелким кварцевым песком. Для этой цели с двух сторон каждой трубки забивают деревянные пробки. При набивании трубки песком, для того чтобы песок хорошо уплотнился, по стенкам трубки постукивают молотком.

Трубки относительно больших диаметров (12—15 *мм* и больше), особенно если радиусы кривых, по которым они изгибаются, невелики, набиваются песком и в месте изгиба хорошо прогреваются. Нередко изгибание таких трубок приходится вести в два-три приема, каждый раз нагревая трубку в месте изгиба и т. п.

РУБКА

Рубку металла производят при помощи слесарного зубила и крейцмейселя. Зубило, изготовленное из углеродистой инструментальной стали, затачивают на наждачном или песчаниковом точиле. Угол заточки зубила изменяется в зависимости от металла, для рубки которого оно предназначается: для более мягкого металла берут зубило с меньшим углом заточки. Так, для рубки алюминия и цинка угол заточки зубила будет 35°, для меди и латуни — 45°, для железа и стали — 60° и для чугуна и бронзы — 70°.

После разметки чертилкой обрабатываемая деталь укладывается на наковальню или настольную стальную плиту или хорошо зажимается в больших слесарных тисках. Зубило берут левой рукой, устанавливают по метке и наносят по нему редкие сильные удары слесарным молотком. При этом работающий должен все время смотреть на лезвие зубила, а не на его головку.

На рисунке 26 показаны основные рабочие приемы при рубке металла зубилом. Работающий располагается у верстака, слегка раздвинув ноги, так, чтобы корпус его был повернут к оси тисков и передней кромке верстака примерно под углом в 45°. Правая рука с молотком должна двигаться ритмично, все время в одной вертикальной плоскости. На рисунке показано, как следует держать зубило. Сжимать его сильно в руке не нужно.

Чтобы удары молотка при рубке были сильнее, рукоятку его нужно держать за самый конец и наносить удары так, чтобы их направление совпадало с осью зубила, а центр бойка молотка попадал в центр головки зубила.

Рубку листового и полосового металла производят на наковальне или тяжелой стальной плите. Сначала по разметочным линиям производят легкую надрубку, а затем по наметившимся канавкам рубят металл сильными ударами.

При изготовлении различных моделей и приборов часто приходится вырубать детали различной формы из толстого листового металла или делать в листах такого металла большие отверстия. Для этого по внешнему контуру детали или по внутреннему контуру отверстия просверливают непрерывный ряд отверстий (рис. 27). Затем по линии центров этих отверстий производят рубку зубилом.

Рубку вязких металлов (медь, мягкая сталь) производят, смазывая лезвие зубила мыльной водой, машинным маслом или салом.

Прорубание на поверхности металла узких канавок и срубание головок заклепок производят крейцмейселем. Основные приемы работы крейцмейселем те же, что и слесарным зубилом.

При рубке металла руководитель тщательно следит за выполнением юными техниками правил техники безопасности. Молоток должен быть прочно насажен на

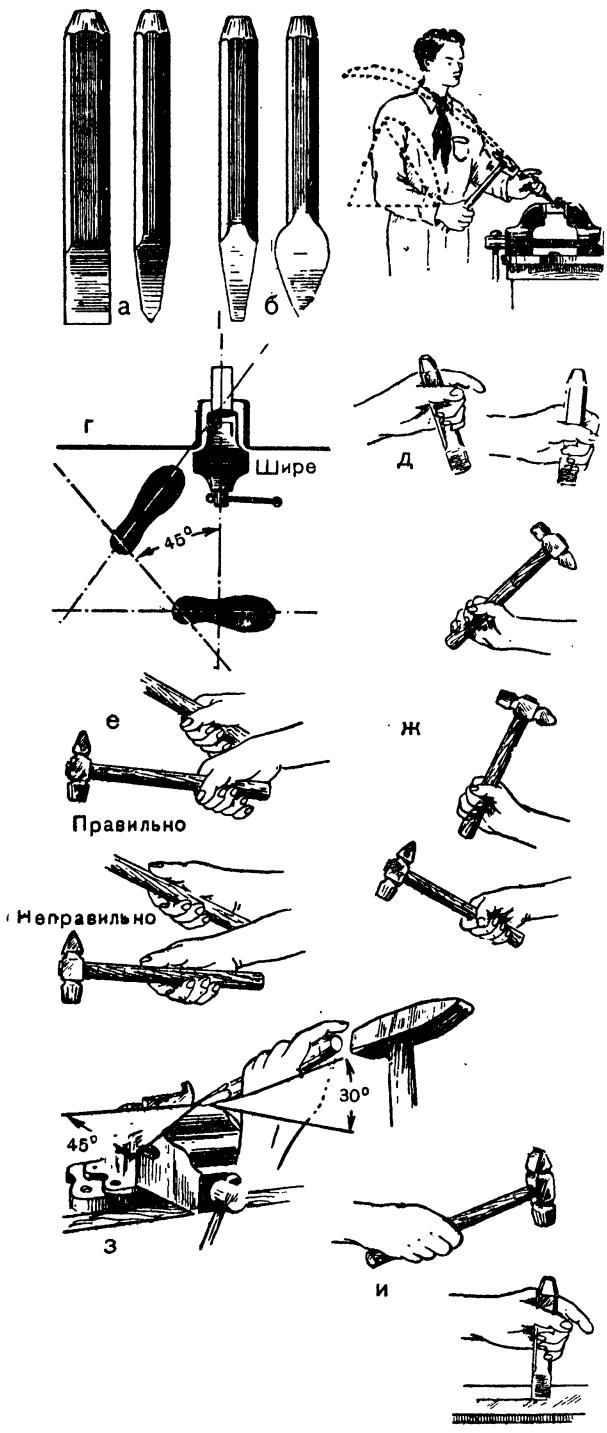


Рис. 26. Рубка металла:

а — зубило слесарное; *б* — крейцмейсель слесарный; *в* — положение корпуса работающего при рубке металла в тисках; *г* — положение работающего в плане при рубке; *д* — хватка зубила при рубке; *е* — хватка молотка при рубке; *ж* — различные положения молотка в процессе рубки; *з* — положение зубила при рубке в тисках; *и* — рубка листового металла на настольной плите.

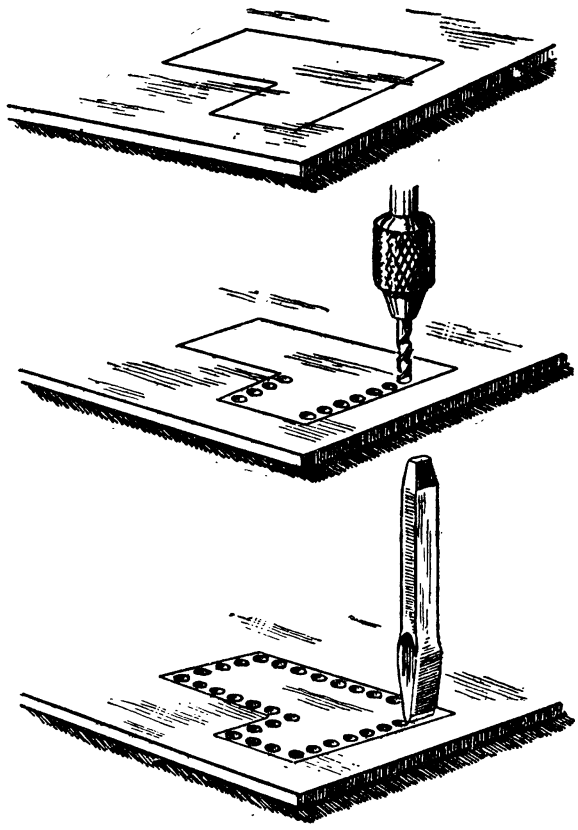


Рис. 27. Вырубание больших отверстий в листовом металле по сплошному ряду отверстий, просверленных по контуру.

рукоятку. Рабочее место нужно ограждать рамками с мелкоячеистой проволочной сеткой, так как отлетающие при рубке в стороны кусочки стружки могут поранить окружающих.

РЕЗАНИЕ

Резку тонкого листового металла, например кровельного железа, вручную производят при помощи ручных слесарных ножниц или кровельных ножниц. При работе ножницы (рис. 28) держат в руке или зажимают их нижнюю ручку в тисках.

Более толстый листовой металл (толщиной до 3 *мм*) разрезают на стуловых ножницах (рис. 28), у которых нижняя ручка загнута вниз и укреплена на массивной доске или на отрезке толстого полена. Можно эту ручку на время работы закрепить в больших тисках.

На производстве для разрезания толстого листового металла применяют приводные машинные ножницы (например, гильотин-

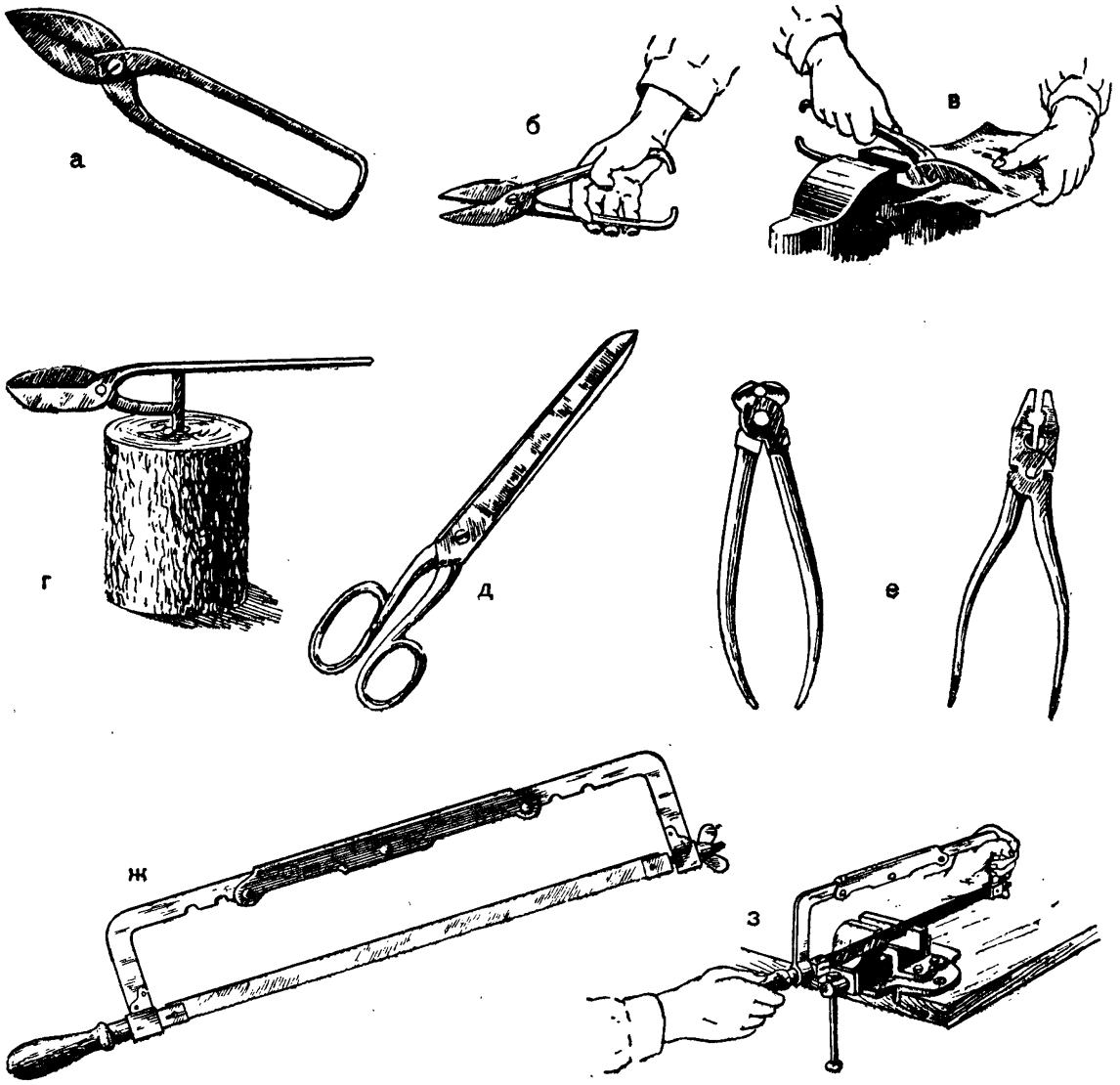


Рис. 28. Резание металла вручную:

а — ручные ножницы по металлу (слесарные ножницы); *б* — хватка ножниц при резке металла; *в* — крепление ножниц в тисках при резке листового металла; *г* — стуловые ножницы; *д* — портновские ножницы, применяемые юными техниками при резке тонкого листового металла: жести, алюминия, меди, латуни; *е* — кусачки и пассатижи, применяемые для резки тонкой проволоки; *ж* — слесарная ножовка; *з* — работа ножовкой.

кые), а детали небольших размеров изготовляют штампованием.

Для разрезания самого тонкого и мягкого листового металла — белой жести, алюминия и латуни — юные техники используют так называемые портновские ножницы, или обыкновенные конторские, или рецептурные ножницы.

Резку тонкой проволоки из мягкой стали, а также медной и алюминиевой проволоки удобно производить кусачками или при помощи универсальных пассатижей, у которых для этого имеется специальное приспособление.

В тех случаях, когда вследствие большой толщины металла его невозможно разрезать ручными ножницами или разрубить зубилом, применяют слесарную ножовку.

Материал, от которого необходимо отрезать какую-то часть, размечается и прочно закрепляется в тисках.

Слесарную ножовку во время работы держат горизонтально двумя руками. При этом правая рука передвигает ножовку вдоль линии реза от работающего (рабочий ход) и назад (холостой ход). Левая рука, придерживая ножовку в вертикальном положении, направляет ее точно по линии реза и производит основной нажим на металл во время рабочего хода. Нажимать на ножовку при холостом ходе нельзя, так как от этого ножовочное полотно быстро тупится.

При резании твердых металлов давление на ножовку должно быть больше, чем при резании мягких и вязких металлов, например меди, алюминия, цинка.

Во время работы полезно смазывать ножовочное полотно машинным маслом.

При резке изделий из дюралюминия и других цветных металлов часто пользуются специально заточенным резаком, изготовленным из старого напильника. На размеченной линии левой рукой устанавливают металлическую линейку. Резак берут в правую руку и процарапывают первую бороздку. Последующими движениями резака ее углубляют до половины толщины материала. Затем надрезают материал с обратной стороны и, приложив к краю рабочего стола, надламывают материал. Кромку изделия дорабатывают напильниками.

При изготовлении дисков из мягкого листового металла удобно пользоваться так называемыми кругорезами.

Кругорез представляет собой стержень, в который сбоку вставлен поводок с резцом.

Поводок может передвигаться, что позволяет приближать или удалять резец относительно центра и таким образом менять диаметр вырезаемого диска. Закрепление поводка производится винтом.

Перед вырезкой в заготовке сверлится отверстие по размеру стержня. Стержень вставляется в шпиндель сверлильного станка или в коловорот.

Для того чтобы контур диска вышел аккуратным, надрезку лучше делать с обеих сторон листа.

ОПИЛОВКА

Опиловка придает той или иной детали окончательную форму и заключается обычно в снятии с поверхности деталей сравнительно тонкого слоя металла. Производится опиловка специальными режущими инструментами-напильниками (рис. 29).

Напильники бывают разной длины — от 75 до 500 *мм*. Для мелких и точных работ применяют совсем маленькие напильнички, которые носят название надфилей (рис. 29, *б*).

Применяют напильники и с разной формой поперечного сечения. Наиболее употребительными являются плоские, квадратные, трехгранные, круглые и полукруглые напильники.

Напильники подразделяются на драчевые, личные и бархатные. У драчевых напильников насечка крупная, применяют их для грубой опиловки поверхности деталей, когда необходимо быстро снять слой металла толщиной 0,5 и более миллиметров. Личные напильники, имеющие более мелкую насечку, используются для более точной и чистой опиловки деталей. Для окончательной подгонки и отделки (шлифовки) деталей, изготовляемых с большой степенью точности и высокой чистотой поверхности, применяют бархатные напильники.

Напильники бывают с одинарной насечкой (рис. 29, *г*, слева) и двойной, или перекрестной, насечкой. Напильники с одинарной насечкой применяют для опиловки деталей, изготовленных из мягких металлов — меди, алюминия, латуни.

Для опиловки самых мягких металлов и сплавов (свинца, цинка, алюминия, баббита и др.) часто применяют рашпили — напильники со специальной насечкой, которая называется рашпильной. Такая насечка состоит из отдельных углублений и крупных острых выступов — зубьев.

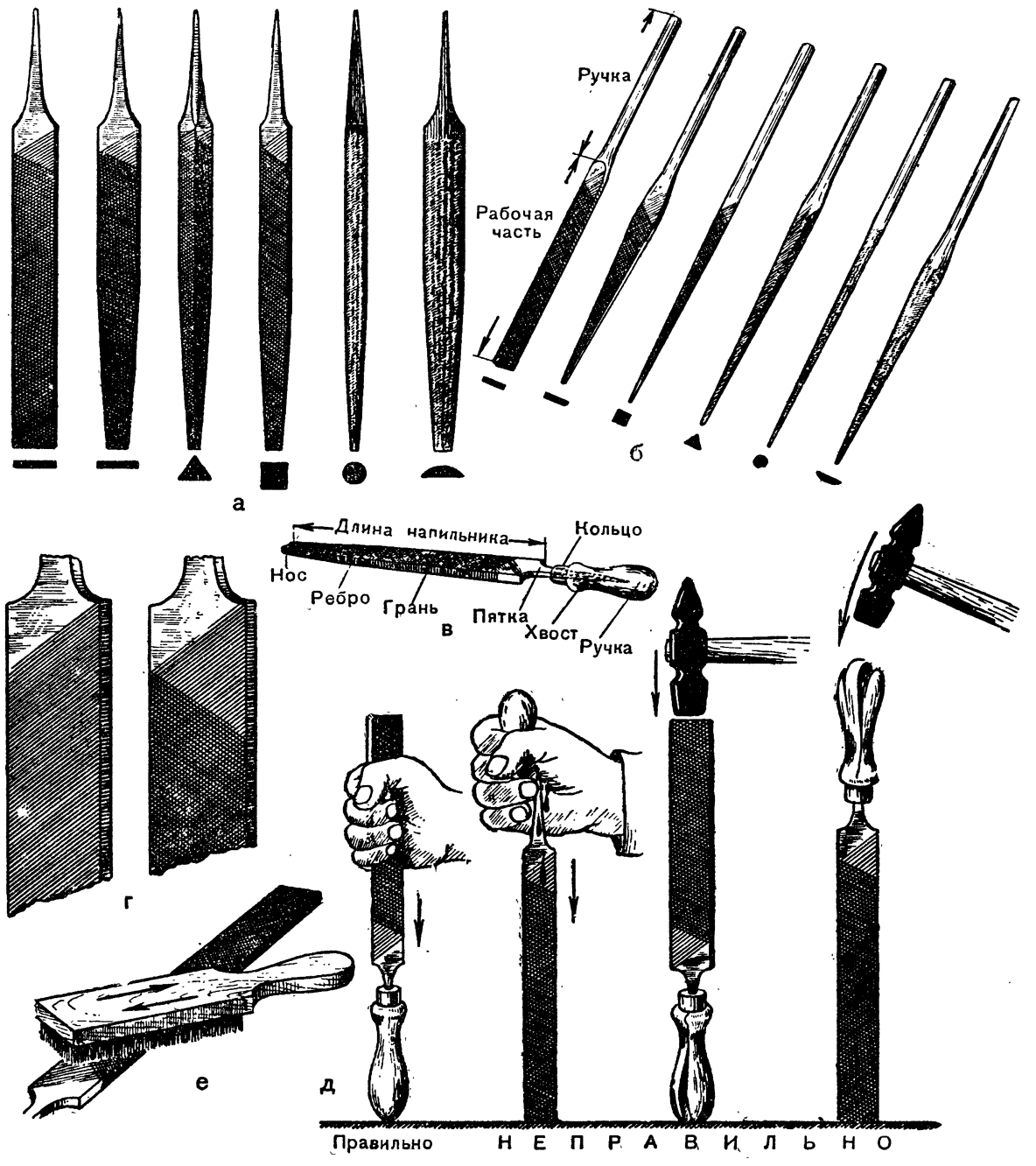


Рис. 29. Напильники и надфили:

а — напильники; *б* — надфили; *в* — части напильника; *г* — напильники с одинарной (слева) и двойной насечкой; *д* — насаживание ручки на напильник; *е* — чистка напильника проволочной щеткой.

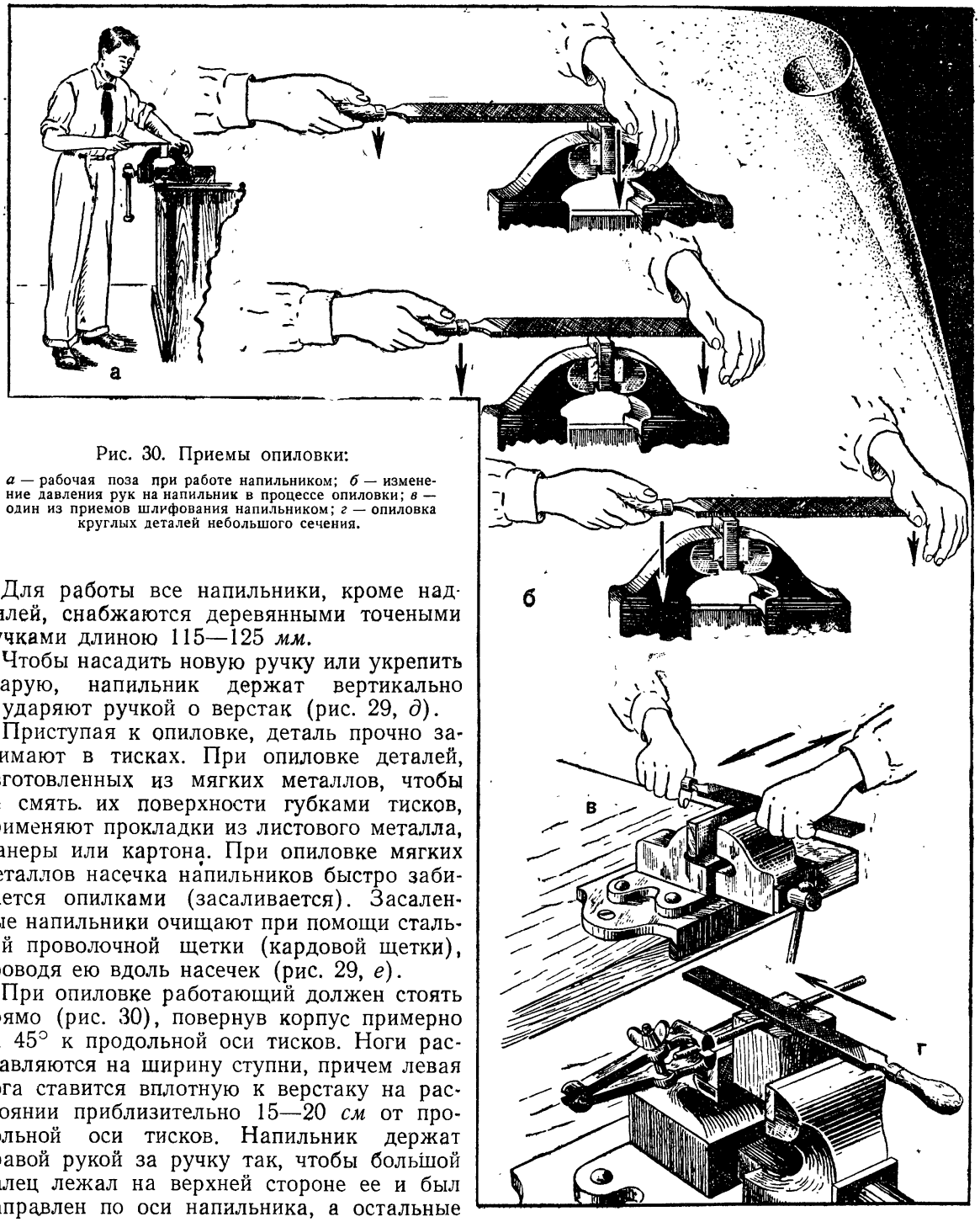


Рис. 30. Приемы опиловки:

а — рабочая поза при работе напильником; *б* — изменение давления рук на напильник в процессе опиловки; *в* — один из приемов шлифования напильником; *г* — опиловка круглых деталей небольшого сечения.

Для работы все напильники, кроме надфилей, снабжаются деревянными точеными ручками длиною 115—125 *мм*.

Чтобы насадить новую ручку или укрепить старую, напильник держат вертикально и ударяют ручкой о верстак (рис. 29, *д*).

Приступая к опиловке, деталь прочно зажимают в тисках. При опиловке деталей, изготовленных из мягких металлов, чтобы не смять их поверхности губками тисков, применяют прокладки из листового металла, фанеры или картона. При опиловке мягких металлов насечка напильников быстро забивается опилками (засаливается). Засаленные напильники очищают при помощи стальной проволочной щетки (кардовой щетки), проводя ею вдоль насечек (рис. 29, *е*).

При опиловке работающий должен стоять прямо (рис. 30), повернув корпус примерно на 45° к продольной оси тисков. Ноги расставляются на ширину ступни, причем левая нога ставится вплотную к верстаку на расстоянии приблизительно 15—20 *см* от продольной оси тисков. Напильник держат правой рукой за ручку так, чтобы большой палец лежал на верхней стороне ее и был направлен по оси напильника, а остальные пальцы охватывали ручку снизу. Ладонь левой руки кладут на самый конец напильника. При работе надфилем конец напильника придерживают двумя или тремя пальцами левой руки.

Напильник двигают по обрабатываемой поверхности попеременно от себя и к себе, нажимая на него только при движении вперед (рабочий ход). При движении в обрат-

ную сторону напильник должен свободно, без нажима, скользить по поверхности детали. Направление движения напильника в плоскости опиловки нужно время от времени менять.

Давление на напильник в процессе каждого рабочего хода должно непрерывно меняться (на рисунке 30,*б* оно показано стрелками). Такое непрерывное перераспределение вертикального давления на напильник называется балансированием. Руководителю кружка следует наглядно показывать юным техникам значение правильного балансирования для качества работы по опиловке и помогать им вырабатывать правильные навыки проведения этой работы.

Для опиловки круглых деталей небольшого сечения детали зажимают одним концом в ручные тиски, а опиливаемый конец укладывают на деревянную колодочку, зажатую в настольных тисках. Для большего удобства работы на верхней грани этой колодочки делают предварительно небольшой желобок (рис. 30, *г*).

Качество опиловки контролируют при помощи поверочных линеек и угольников, штангенциркулей, кронциркулей и нутромеров.

СВЕРЛЕНИЕ ОТВЕРСТИЙ

Отверстия в деталях из металла просверливают либо вручную, при помощи дрелей, либо при помощи электрических дрелей (электросверлилок), либо, наконец, на сверлильных станках (рис. 46). Перед сверлением центр будущего отверстия обязательно намечается на поверхности металла при помощи кернения. Если несколько отверстий должны иметь точное взаиморасположение на детали, то сначала производится тщательная разметка, а затем в местах пересечения разметочных рисок — кернение. Небольшие конические углубления, получающиеся при кернении (керны), в первый момент сверления направляют сверло точно по оси будущего отверстия.

Часто для этой же цели применяют кондукторы.

Для сверления отверстий в металле применяют, как правило, спиральные сверла, изготовленные из инструментальной углеродистой стали (марки «У10» и «У12» или «У10А» и «У12А»).

Рабочий конец сверла затачивают так, чтобы образовались режущие кромки. Угол при вершине этого конуса (угол заточки сверла) изменяется в зависимости от твердости обрабатываемого материала: для мягких металлов этот угол равен — 80 — 90°, для твердых, например для стали, — 116—118°, а для очень твердых — 130—140°.

Стандарт (ОСТ 6270) устанавливает определенные величины диаметров различных болтов, осей, валов и отверстия для них. В соответствии с этим стандартом изготовляются и сверла.

При сверлении необходимо учитывать, что диаметры отверстий всегда получаются несколько больше диаметров сверл.

Нормальные диаметры (в *мм*)

0,5	2,2	5	12	19
0,8	2,5	6	13	20
1	2,8	7	14	21
1,2	3	8	15	22
1,5	3,5	9	16	23
1,8	4	10	17	24
2	4,5	11	18	25

Во время сверления, чтобы не сломать сверла, нужно строго сохранять заданное направление. Сила нажима на сверло регулируется работающим в зависимости от твердости и вязкости металла: при сверлении отверстий в мягком и вязком металле (алюминий, медь, латунь) нажим на сверло должен быть меньше, чем при сверлении твердого металла, например стали.

При сверлении сквозных отверстий нужно во избежание поломки сверла ослаблять нажим на него в конце сверления, при выходе сверла из металла.

При сверлении на станках или при помощи электродрелей необходимо строго следить за соблюдением юными техниками правил техники безопасности. Все шкивы должны иметь надежные ограждения. При сверлении мелких деталей нужно обязательно закреплять их в ручных тисках или в специальных приспособлениях, а не удерживать руками, как это часто пытаются делать юные техники. При сверлении хрупких металлов — чугуна, бронзы — необходимо пользоваться защитными очками, при работе с электродрелью резиновыми перчатками.

В процессе сверления, особенно когда оно проводится при значительном количестве оборотов и на значительную глубину, сверла нагреваются и требуют непрерывного охлаждения. Особенно обильным должно быть охлаждение при сверлении вязких металлов.

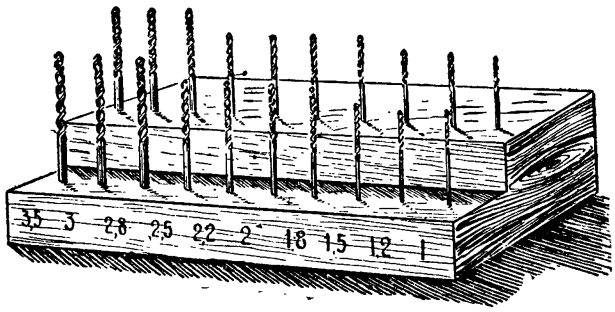


Рис. 31. Подставка-колодочка для хранения комплекта сверл.

В качестве охлаждающих жидкостей при сверлении твердых металлов можно применять керосин, скипидар и мыльную воду. При сверлении мягких металлов и сплавов хорошие результаты дает применение содового раствора.

Для хранения сверл рекомендуется изготовить деревянные колодки (рис. 31).

НАРЕЗАНИЕ РЕЗЬБЫ

Для выполнения резьбовых соединений нужно уметь нарезать винтовую резьбу. Такая резьба (она называется правой, когда винт или болт завинчиваются вращением по часовой стрелке, и левой, когда они завинчиваются в противоположную сторону) нарезается как на наружной поверхности различных цилиндрических стержней-винтов, болтов и шпилек, так и на внутренней поверхности цилиндрических отверстий. В соответствии с этим резьбонарезной инструмент подразделяется на две группы: болтонарезной — винтовальные доски и плашки, и гайконарезной — метчики.

Винтовальная доска, изготовленная из инструментальной стали (рис. 32, *а*), служит для нарезания наружной резьбы на металлических стержнях небольшого диаметра (до 4—5 *мм*).

Металлический стержень, на котором необходимо нарезать резьбу (то-есть заготовку болта или винта) закрепляют вертикально в тисках. Верхний конец его слегка опиливают напильником на конус и смазывают машинным маслом. Винтовальную доску надевают отверстием соответствующего диаметра на конец стержня, устанавливают горизонтально и с небольшим нажимом навинчивают на стержень. Сделав один-полтора оборота по часовой стрелке, винтовальную доску поворачивают на пол-оборота в обратном направлении. Так, попеременно вращая инструмент то в одном, то в другом направлении, нарезают резьбу на нужную длину. При этом необходимо регулярно возобновлять смазку (вместо машинного масла можно использовать олифу или мыльную воду).

Плашки (рис. 32, *б* и *в*), применяемые для нарезания наружной резьбы на стержнях, бывают круглые (их обычно называют цельными плашками или лерками, реже прогонками) и раздвижные. Для каждого диаметра резьбы имеются особые плашки.

Цельные плашки закрепляются на время работы в гнезде специального воротка — леркодержателя (рис. 32, *г*) при помощи винта или нескольких винтов. Раздвижные плашки состоят из двух половинок — полуплашек, которые укрепляютя в рамке клупп (рис. 32, *д*). Пользуясь специальным винтом, полуплашки можно в процессе работы поджимать друг к другу.

Нарезание резьбы плашками производится так же, как и при помощи винтовальной доски. При пользовании раздвижными плашками проходят резьбу на всю длину несколько раз, постепенно сближая полуплашки.

Каждый раз, когда вороток, или клупп, занимает положение, перпендикулярное в плане передней кромке стола, рукоятки перехватывают, то-есть ту, которая была в левой руке, берут правой, и наоборот (рис. 32, *е*).

Метчики (рис. 32, *ж*) служат для нарезания резьбы в отверстиях. Обычно пользуются комплектом из двух (для нарезания отверстий диаметром до 3 *мм*) или трех метчиков. Первым метчиком, у которого резьба слегка срезана на конус, нарезают в отверстии неглубокую нарезку. Эту нарезку затем углубляют с помощью второго метчика и окончательно отделывают третьим.

Для того чтобы метчики можно было легко различать, на их верхнюю цилиндрическую часть — хвостовик — наносят кольцевые риски: на первом метчике одно кольцо, на втором — два и на третьем — три.

Воротки для метчиков (рис. 32, *з*) бывают глухие и раздвижные. В глухих воротках в их средней части имеется по три квадратных отверстия разной величины для метчиков трех разных размеров. Для пользования удобны раздвижные воротки.

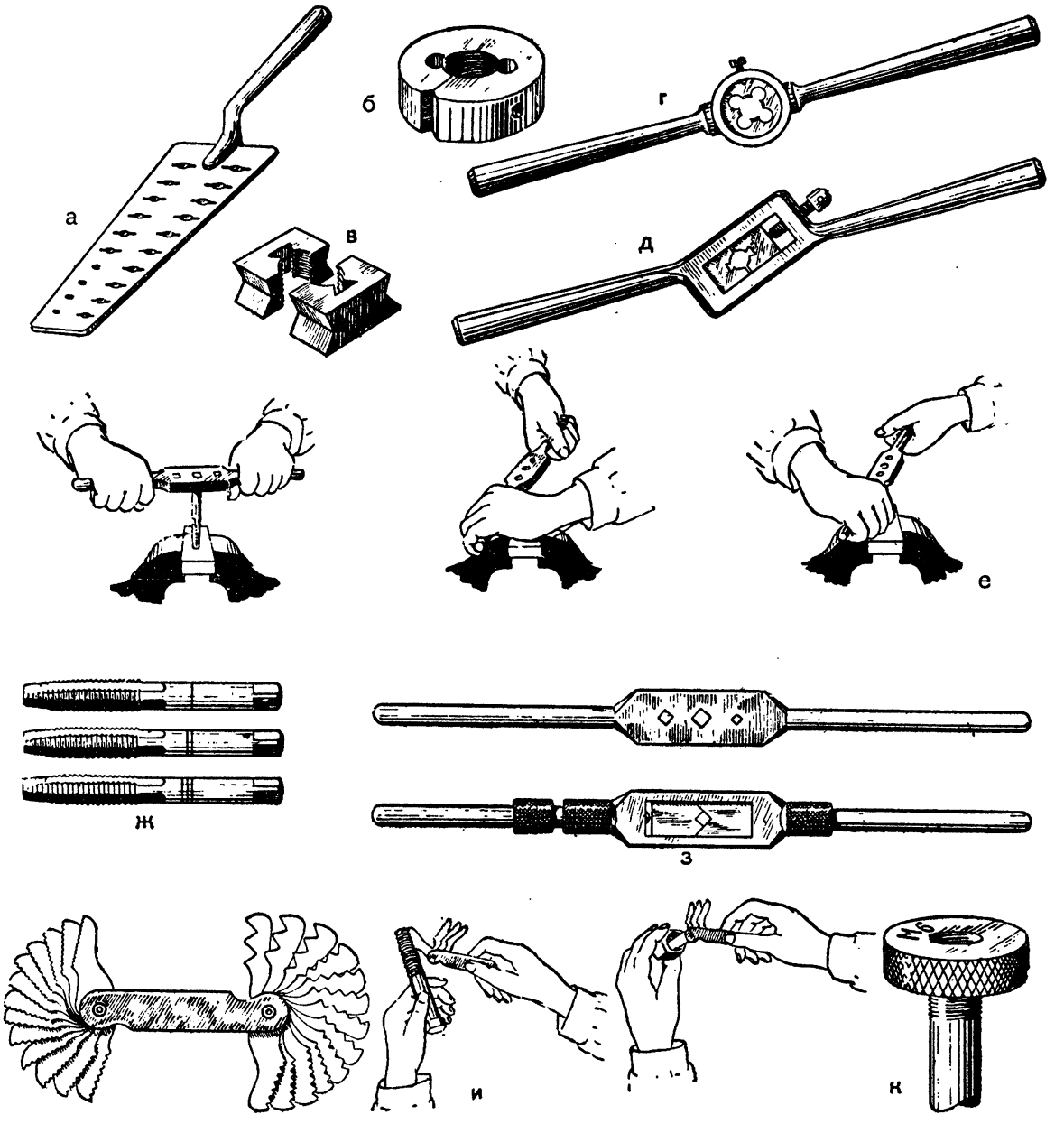


Рис. 32. Болтонарезной и гайконарезной инструмент:

а — винтовальная дощечка; *б* — прогонка (лерка, круглая плашка); *в* — плашка раздвижная; *г* — вороток-леркодержатель; *д* — клупп; *е* — последовательное положение рук при работе по нарезанию резьбы; *ж* — комплект ручных метчиков; *з* — воротки для метчиков (глухой и раздвижной); *и* — резьбомер и приемы измерения резьбы на болтах и в гайках; *к* — резьбовой калибр для проверки резьбы на болтах и винтах.

Работа по нарезанию внутренней резьбы выполняется следующим образом. После соответствующей разметки просверливают отверстие, диаметр которого должен быть немного меньше диаметра метчика (см. таблицу). Деталь закрепляют в тисках или на столе так, чтобы ось отверстия расположилась вертикально. Затем, обильно смазав отверстие маслом, вводят в него метчик. Так же как и при работе винтовальной доской, вращение воротка производят плавно, с небольшим нажимом и попеременно в раз-

ные стороны. Сначала вороток с метчиком поворачивают на один-два оборота по ходу винта (то-есть для обычной «правой» нарезки — по часовой стрелке), а затем на полоборота в противоположном направлении. При этом время от времени возобновляют смазку.

Диаметры отверстий под метрическую резьбу

Наружный диаметр резьбы в *мм*	2	2,3	2,6	3	4	5	6	8
Диаметр отверстий под резьбу в *мм*	1,6	1,9	2,1	2,5	3,3	4,1	4,9	6,7

СОЕДИНЕНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ

Пайка. Для соединения различных металлических деталей часто применяется пайка (рис. 33 и 34). В процессе пайки швы между соединяемыми деталями заполняются расплавленными припоями — специальными металлическими сплавами, которые, затвердевая при охлаждении, прочно соединяют детали друг с другом.

Для достижения хорошего качества пайки необходимо тщательно подогнать друг к другу спаиваемые поверхности, так чтобы шов был как можно тоньше и полностью заполнялся бы расплавленным припоем.

Поверхности спаиваемых деталей необходимо перед пайкой тщательно очистить от ржавчины, грязи, жира, лакокрасочных покрытий, эмали, остатков старого припоя и т. п. Такую механическую очистку производят напильниками, металлическими щетками, шаберами, наждачной бумагой.

При спаивании проводов зачистку в месте пайки производят ножами или лезвиями безопасных бритв.

Чтобы предохранить поверхности спаиваемых деталей от окисления в процессе пайки, их покрывают жидкими, пастообразными или твердыми веществами — флюсами.

Запаянный шов должен быть чистым, сплошным и без наплывов излишнего припоя.

Все припои, применяемые при пайке, в зависимости от температуры плавления подразделяются на твердые, обеспечивающие высокую прочность соединения, и мягкие. К твердым припоям относятся сравнительно тугоплавкие медно-цинковые и серебряные припои (температура плавления от 690 до 800° и выше). Твердые припои в работах юных техников применяются редко, и потому на их использовании мы не останавливаемся.

Мягкие оловянно-свинцовые припои имеют температуру плавления, не превышающую 300°, и представляют собою, как показывает их название, сплавы олова и свинца. В эти припои для понижения температуры плавления добавляют небольшие количества висму-

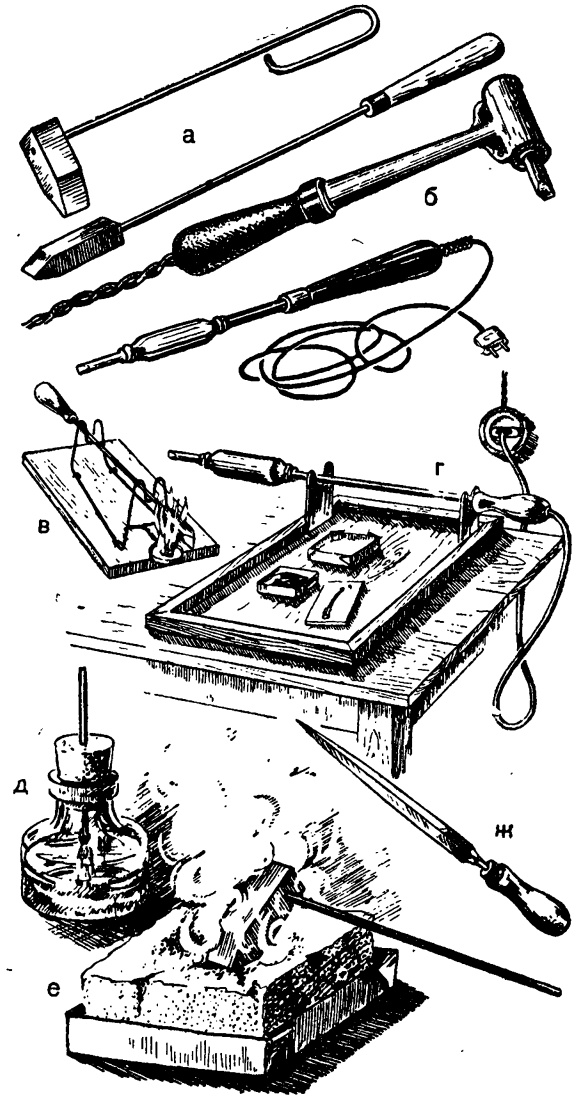


Рис. 33. Паяльники и принадлежности для паяния:

а — простые паяльники (молотковый или косой и торцовый); *б* — электрические паяльники; *в* — подставка для паяльника со спиртовкой для сжигания сухого спирта; *г* — подносик с материалами для паяния; *д* — баночка с паяльной жидкостью; *ж* — самодельный шабер из трехгранного напильника; *е* — залуживание паяльника на куске нашатыря.

та и кадмия, а для увеличения прочности немного сурьмы (1,5—2,5%).

В таблице приводится состав наиболее употребительных оловянно-свинцовых припоев. Эти припои по существующим стандартам обозначаются сокращенно ПОС-30, ПОС-60 и т. д. Первые три буквы обозначают «припой оловянно-свинцовый». Двузначные числа обозначают процентное содержание олова в припое.

Количество частей		Температура плавления припоя (градусы)	Применяется для пайки
олова	свинца		
3	2	195	Изделий из легкоплавких металлов
1	1	220	Латуни и белой жести
2	3	240	Листовой латуни, белой жести, железа и медных проводов в электро- и радиоаппаратуре, приборах и моделях
1	2	250	Листового цинка, оцинкованного железа, стали, латуни и меди в приборах и моделях
3	7	260	То же
1	3	270	Свинца, цинка, оцинкованного железа, белой жести

Оловянно-свинцовый припой легко можно приготовить самим, сплавляя в нужных соотношениях олово и свинец. Для этого в небольшом железном ковшике на слабом огне расплавляют свинец. Усилив подогрев и хорошо размешивая расплавленный металл небольшими порциями, добавляют олово. Расплавленный припой быстро разливают в приготовленные формы в виде палочек или прутков, обычно трехгранных. Формы для отливки палочек припоя можно изготовить из картона, древесины, гипса, листового железа.

При соединении проводов, электрических шнуров и разных мелких деталей очень удобно производить пайку при помощи специальных паяльных паст. В таких пастах измельченный в мелкий порошок припой заранее в определенных пропорциях смешан с флюсом. При пайке небольших деталей, например проводов, можно обойтись без паяльника: зачищенные и соединенные детали покрываются по швам слоем пасты, после чего место соединения прогревается над пламенем спиртовки, таблетки сухого спирта, свечки или даже спички до тех пор, пока не расплавится припой.

Хорошую бескислотную паяльную пасту для пайки радиоаппаратуры, точных приборов и электрических проводов можно приготовить, растирая порошок или опилки припоя с небольшим количеством глицерина.

Наиболее употребительный флюс при пайке оловянно-свинцовыми припоями — раствор хлористого цинка. Его можно получить, растворив одну часть хлористого цинка в трех-четырех частях дождевой или кипяченой воды. Однако чаще всего раствор хлористого цинка получают при помощи так называемого «травления» соляной кислоты металлическим цинком (почему этот раствор обычно называют «травленой кислотой»).

Для получения «травленой кислоты» пять частей концентрированной соляной кислоты разбавляют пятью частями мягкой воды (для этого необходимо кислоту подливать в воду, а не наоборот). В раствор добавляют (подальше от огня!) одну часть нарезанного мелкими кусочками металлического цинка. В результате химической реакции выделяется водород. Жидкость, как говорят, «кипит». Чтобы брызги кислоты при этом не попали на тело или одежду, приготовление травленой кислоты нужно производить в посуде достаточно большого объема. В растворе не должно быть соляной кислоты, так как она по окончании пайки будет разрушать металл. Поэтому при приготовлении травленой кислоты цинк следует брать с некоторым избытком.

Для предохранения поверхности изделий от ржавления под действием хлористого цинка к готовому раствору добавляют около 30% нашатырного спирта. Вливать нашатырный спирт нужно постепенно, по каплям, непрерывно взбалтывая при этом жидкость.

При пайке различных приборов, телефонной и телеграфной аппаратуры, радиолюбительских конструкций в качестве флюса в большинстве случаев применяют канифоль. Она не только предохраняет поверхность металла от окисления в процессе паяния, но, покрывая тонким слоем запаянный шов, служит также хорошей защитой от коррозии. Остатки канифоли на запаянных деталях не гигроскопичны и не проводят электрического тока, чего нельзя сказать о многих других флюсах.

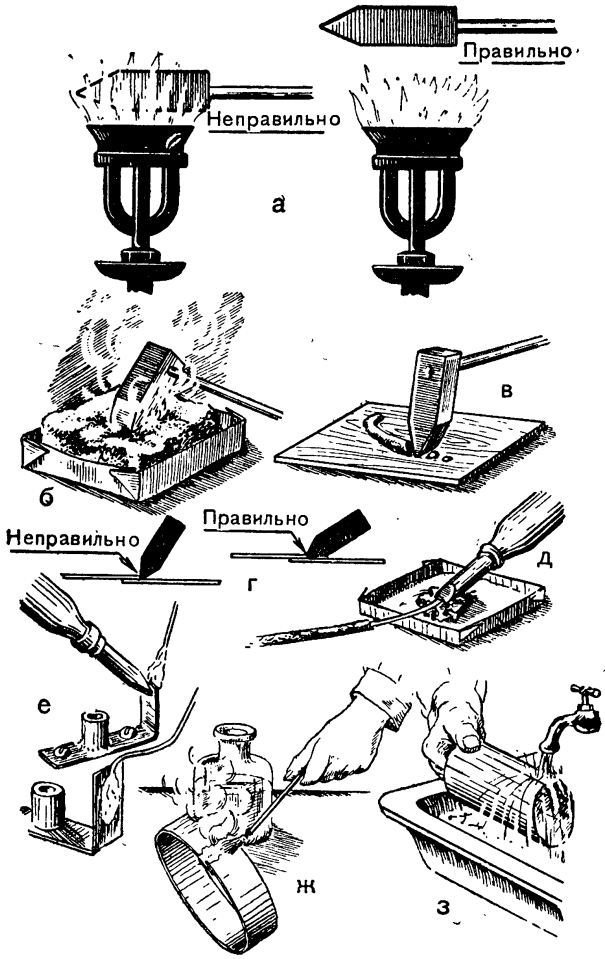


Рис. 34. Отдельные рабочие операции при паянии:

а — разогревание паяльника; *б* — испытание степени нагрева паяльника на куске нашатыря; *в* — набирание припоя; *г* — положение паяльника на шве при разогревании последнего и при нанесении припоя; *д* — залуживание конца провода на куске канифоли; *е* — залуживание лепестка (кусочек канифоли наплавляют на конец палочки или куска толстой проволоки и в таком виде доставляют к месту паяния); *ж* — охлаждение запаянного шва; *з* — промывание запаянной детали в проточной воде.

В качестве флюса используют кусковую либо порошковую канифоль. Иногда применяют жидкий канифольный флюс — раствор канифоли в денатурированном спирте.

Простой паяльник в процессе работы периодически нагревают на примусе, газовой горелке, в пламени паяльной лампы и т. п. Электрические паяльники нагреваются непрерывно в процессе работы. Степень нагрева паяльника практически определяется прикосновением его рабочего ребра к куску нашатыря или кусочку припоя; если нашатырь при этом дымит (рис. 34, *б*), а припой расплавляется, то нагрев паяльника достаточен.

Для работы рабочие грани паяльника предварительно залуживают, то-есть покрывают тонким сплошным блестящим слоем припоя. Благодаря такой полуде к рабочим граням разогретого паяльника в процессе работы пристает припой.

Слой полуды время от времени приходится возобновлять. Залуживание паяльника удобно вести на куске нашатыря, в котором сделано углубление для припоя (рис. 33, *е*).

При паянии мягкими припоями работа производится следующим образом. На подготовленную поверхность шва наносят соответствующий флюс. Рабочие грани нагретого до нужной температуры (350—400°) паяльника быстро натирают о кусок нашатыря. Затем одной из рабочих граней паяльника нажимают на кусочек припоя. Как только он расплавится и капельки припоя прилипнут к рабочим граням, медленно проводят паяльником по спаиваемому шву.

Для быстрой и непрерывной передачи тепла, необходимой для прогревания металла по линии шва, паяльник должен касаться поверхности деталей не узким ребром (жалом), а всей плоскостью одной из своих рабочих граней (рис. 34, *г*).

Необходимо тщательно следить за тем, чтобы расположение спаиваемых деталей и во время паяния и до полного остывания припоя оставалось неизменным. С этой целью применяют различные приспособления для временного скрепления соединяемых деталей — тиски, зажимы, струбцинки. Мелкие детали придерживают во время паяния плоскогубцами или укладывают на дощечку и прижимают друг к другу палочкой. При пайке некоторых мелких деталей, например проволочных выводов, сопротивлений, катушек и конденсаторов в радиоконструкциях, удобно придерживать детали при помощи обыкновенного пинцета, на концы которого надеты небольшие деревянные брусочки.

Чтобы ускорить остывание и затвердение припоя, поверхность швов после нанесения припоя смачивается паяльной жидкостью или водой. В тех случаях, когда пайка производилась с применением кислотных флюсов, детали, чтобы избежать коррозии, необходимо тщательно промыть горячей водой и просушить.

В радио- и электротехнических кружках часто приходится спаивать проводники, так как многие детали (катушки, сопротивления, конденсаторы и т. п.) имеют проволочные выводы.

Чтобы залудить конец провода, его зачищают, укладывают на кусок канифоли и проводят по нему паяльником, на который предварительно набирают припой (рис. 34, *д*). Применяют и другой способ: на паяльник берут каплю припоя, прикасаются им к канифоли и быстро, чтобы она не успела выгореть, натирают концом паяльника подготовленное для залуживания место.

При спайке двух проводов надо концы их залудить, приложить один конец к другому и залить соединение припоем. Если нужно произвести пайку проводников к неподвижно закрепленным деталям (например, к лепесткам панелек), то при залуживании удобно пользоваться палочкой с кусочком канифоли на конце (рис. 34, *е*). Залуженные детали соединяют и к этому месту прижимают горячий паяльник с припоем.

Соединения на винтах и болтах. Соединение отдельных деталей в машинах, станках, приборах, моделях и других конструкциях нередко выполняется при помощи винтов и болтов (рис. 35).

Для удобства завинчивания в цилиндрических, конусообразных и сферических головках винтов и болтов имеются прорези (шлицы), в которые вставляются отвертки.

При завинчивании винтов и болтов с четырехгранными и шестигранными головками, так же как и при завинчивании таких же гаек, пользуются гаечными ключами, простыми и раздвижными. Гаечные ключи необходимо подбирать соответствующих размеров, иначе можно легко испортить как самый ключ, так и головку винта или гайки.

Для завинчивания винтов и болтов небольших размеров не следует пользоваться плоскогубцами и пассатижами, так как это портит грани гаек и головок и затрудняет

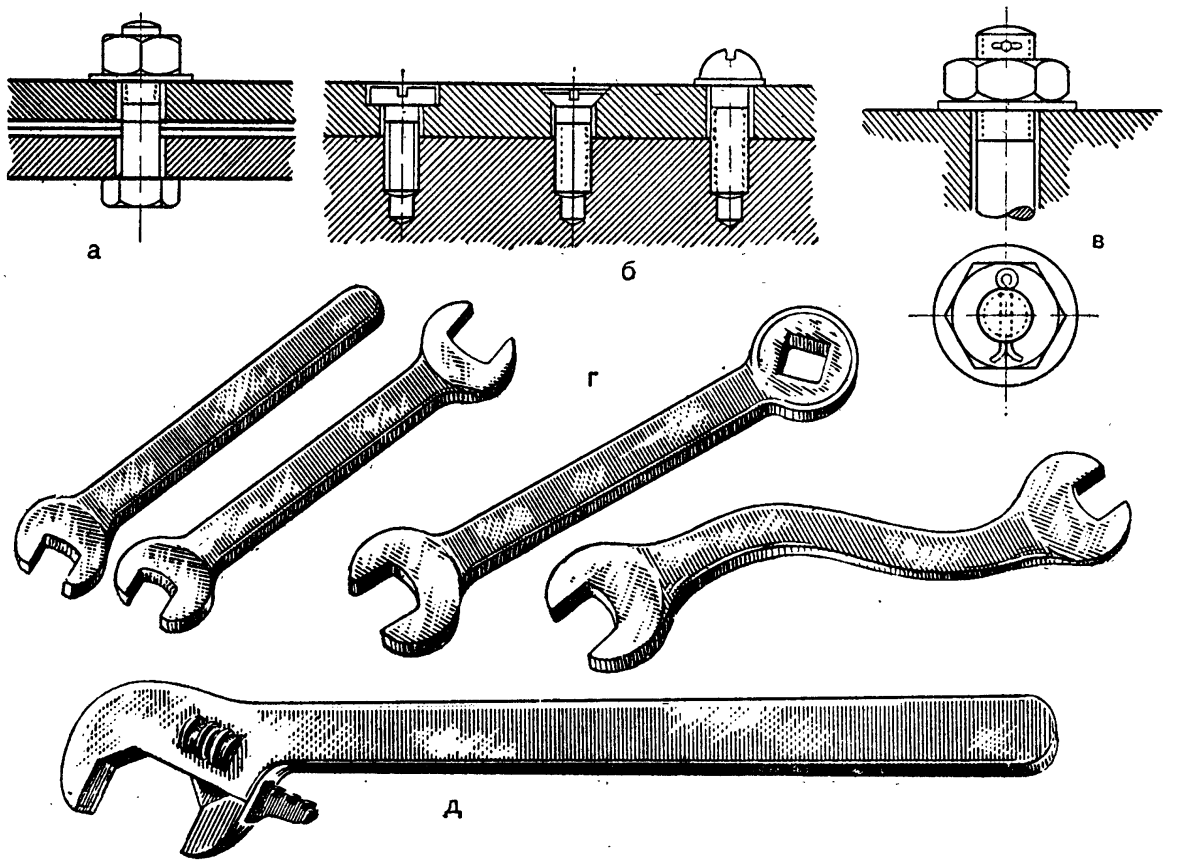


Рис. 35. Соединение деталей при помощи болтов и винтов:

а — болт; *б* — различные виды винтов; *в* — болт со шплинтом; *г* — простые гаечные ключи; *д* — раздвижной гаечный ключ.

использование ключей для отвинчивания и завинчивания винтов.

При соединении деталей болтами под головки болтов и гайки подкладывают шайбы. Шайбы предохраняют поверхности соединяемых деталей от повреждений.

Завинченная доотказа гайка, благодаря трению между гайкой и болтом на поверхности резьбы и между гайкой и деталью на поверхности их соприкосновения, удерживается от самоотвинчивания. Однако такое самоотвинчивание вполне возможно в тех случаях, когда конструкция подвергается ударам и сотрясениям. Чтобы избежать самоотвинчивания гаек, используют различные гаечные замки.

Простейший, наиболее часто употребляемый, но не всегда вполне надежный гаечный замок — контргайка, то-есть вторая гайка, туго, доотказа завинченная на тот же болт поверх первой гайки.

С этой же целью применяют шплинты. Шплинт вставляют в отверстие в болте, а чтобы он не выпал, концы его разводят в стороны (рис. 35, *в*). Иногда поверхность окрашивают краской, которая является хорошим средством против самоотвинчивания.

При разборке разъемных винтовых (или, как их еще называют, резьбовых) соединений могут встретиться случаи, когда разъединение деталей почему-либо затруднено. Бывает, что прорезь в головке винта или болта (шлиц) сильно срабатывается и отвертка соскакивает. В этом случае необходимо углубить прорезь ножовкой или под углом к старой прорези пропилить новую. Если почему-либо ножовкой воспользоваться нельзя, на край шлица наклонно ставят отвертку и, слегка ударяя по ней молотком, вывинчивают винт.

Случается, что гайка не отвинчивается потому, что резьба на болте и гайке заржавела. В таких случаях всю эту резьбу смачивают керосином и через полчаса-час, очистив резьбу на свободном конце болта тряпкой от ржавчины, повторяют попытку отвинтить гайку с помощью ключа. Если и в этом случае гайку отвернуть не удается, то устанавливают на краю одной из ее граней зубило и легкими ударами молотка стараются сдвинуть гайку с места. После этого гайку отвинчивают ключом.

Если грани головок болта или гайки закруглены и ключ срывается (провертывается), две противоположные грани опиливают напильником под ключ меньшего размера.

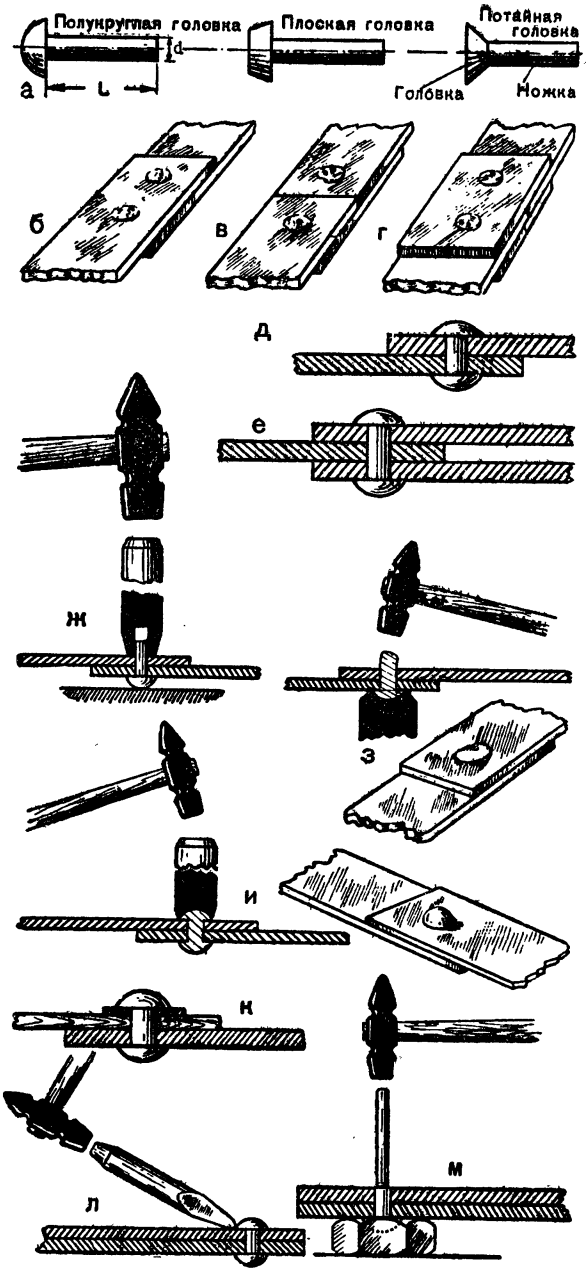


Рис. 36. Заклепочные соединения:

а — основные виды обыкновенных заклепок; *б* — соединение внахлестку; *в* — соединение встык с одной накладкой; *г* — соединение встык с двумя накладками; *д* — схема односрезного заклепочного соединения; *е* — схема двухсрезного заклепочного соединения; *ж*—осаживание элементов перед расклепыванием заклепки; *з* — расклепывание на специальной поддержке; *и* — формирование замыкающей головки при помощи обжимки; *к* — заклепочное соединение деталей из металла и древесины (со стороны деревянной детали под головку заклепки подкладывают металлическую шайбу диаметром $3d$ и толщиной не менее $0{,}25d$); *л* — срубание головки заклепки при разборке заклепочного соединения; *м* — выбивание заклепки при помощи стальной шпильки.

Для растворения на винтовых соединениях нитрокраски или эмалей применяют специальные органические растворители — ацетон, смывку и т. д.

Заклепочные соединения. При помощи заклепок обычно соединяются детали из листового и полосового металла сравнительно небольшой толщины. Различают два вида соединения деталей (рис. 36): внахлестку, когда два листа (или две полосы) металла находят краями один на другой, и соединение встык, при котором детали соприкасаются торцами, а для их соединения используются металлические накладки, перекрывающие шов. Эти накладки могут быть односторонние и двусторонние.

В конструкциях юных техников заклепки обычно ставят в один ряд (однорядный заклепочный шов) и в два ряда (двухрядный шов). В двухрядном шве заклепки располагают в шахматном порядке.

Для заклепочных соединений применяются заклепки из того же материала, что и соединяемые детали.

Для соединения деталей между собою в них после тщательной разметки просверливают сквозные отверстия, в которые вставляют заклепки.

Если для соединения используется большое число заклепок, то необходимо следить за тем, чтобы не произошло смещения деталей в процессе сверления отверстий. Для этого обычно просверливают сначала только два-три отверстия и временно соединяют детали при помощи фиксаторных болтов.

Устанавливают заклепки так: заклепку вставляют в заготовленное для нее сквозное отверстие и укладывают детали головкой заклепки вниз на наковальню, настольную стальную плиту или другую массивную металлическую подкладку. Убедившись, что соединяемые детали плотно прилегают друг к другу, осаживают свободный конец заклепки ударами молотка, направленными по ее оси. Затем частыми и легкими ударами молотка с разных сторон и под разными углами к оси заклепки формуют вторую головку (ее принято называть замыкающей головкой).

Чтобы закладная головка заклепки в процессе работы не была смята, ее помещают на специальную поддержку (рис. 36, *з*), зажатую вертикально в тиски или вставленную в специальное отверстие наковальни. Поддержка представляет собою массивный стальной стержень, на верхнем конце которого имеется углубление, соответствующее по форме и величине головке заклепки. Поддержку легко можно заменить любой массивной стальной деталью. В этом случае на ней специально заточенным сверлом соответствующего диаметра высверливают небольшое углубление.

Чтобы придать расклепываемой замыкающей головке заклепки правильную форму, используют оправку (обжимку) — стальной стержень, имеющий на нижнем конце углубление (лунку), точно соответствующее головке заклепки. Оправку ставят на расклепываемую головку и ударами молотка придают последней нужную форму (рис. 36, *и*).

Соединяемые заклепками детали должны быть хорошо пригнаны и плотно прижаты друг к другу до расклепывания заклепок, в противном случае шов может получиться неплотным. Слишком большая длина стерж-

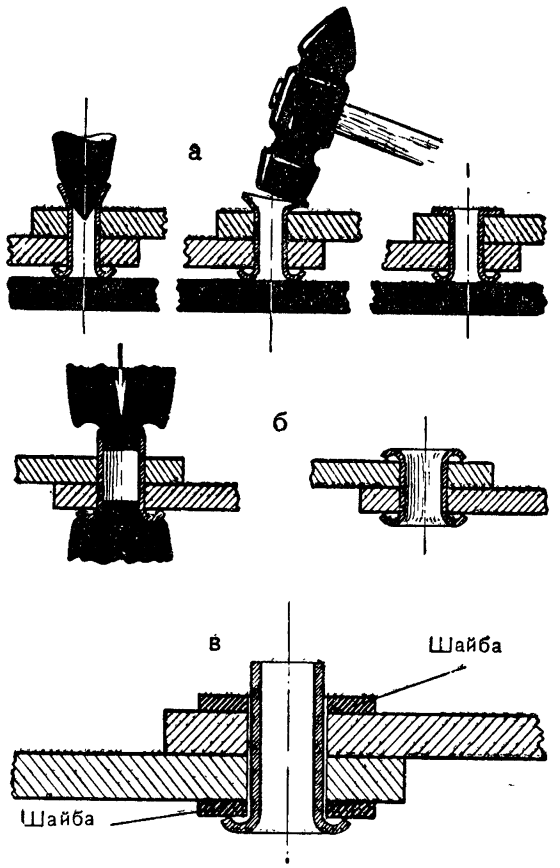


Рис. 37. Соединение при помощи трубчатых заклепок:

а — процесс развальцовки заклепки при помощи кернера и молотка; *б* — развальцовка трубчатой заклепки при помощи специальной поддержки и обжимки; *в* — соединение трубчатыми заклепками деталей из мягкого или хрупкого материала (под головки заклепок подкладывают большие шайбы из мягкого металла — алюминия или свинца).

ня заклепки приводит к образованию перекосов, тогда как недостаточная его длина снижает прочность замыкающей головки заклепки и, следовательно, прочность всего соединения. Длину заклепки надо подбирать так, чтобы подлежащий расклепыванию конец стержня выступал над поверхностью детали примерно на длину, равную диаметру заклепки.

Большое значение для качества соединения имеет также соответствие диаметра отверстия, высверленного в деталях, диаметру самой заклепки: последняя должна плотно входить в это отверстие.

Стержень заклепки срезают перпендикулярно к ее оси. При косом срезе заклепка при расклепывании легко искривляется и соединение получается недостаточно прочным.

При склепывании тонких листов металла лучшие результаты дает применение заклепок с плоскими головками. При склепывании деталей из жести и тонкого листового алюминия под обе головки каждой заклепки обыкновенно подкладывают шайбы.

Если соединение не должно быть особенно прочным, а в материале могут быть отверстия, склепывание тонких листов общей толщиной до 2—3 *мм* можно производить при помощи обувных блочков (пистонов). Для закрепления (развальцовки) таких блочков применяют кернер (рис. 37).

При соединении деталей из тонкого листового материала с массивными деталями основная головка заклепки (то-есть закладная головка) должна располагаться со стороны более тонкого материала.

ОТДЕЛКА ИЗДЕЛИЙ

ОТДЕЛКА ИЗДЕЛИЙ ИЗ ДРЕВЕСИНЫ

Для того чтобы придать изделиям из древесины красивый внешний вид и предохранить поверхность древесины от выцветания и разрушения, их отделывают. Кроме того, с отделанной поверхности изделия легче удалить пыль и грязь и во многих случаях эту поверхность можно мыть. В некоторых конструкциях юных техников, например в плавающих моделях судов, отделочные покрытия делаются и для того, чтобы надежно предохранить изделие от проникновения влаги.

Работы по отделке лицевой поверхности изделий из древесины различными лакокрасочными составами подразделяются на две группы. К группе **прозрачной,** или **столярной,** отделки относятся все отделочные работы, при которых поверхность изделий окрашивается или покрывается прозрачными составами, не только не скрывающими текстуры древесины, а, наоборот, еще яснее подчеркивающими ее рисунок; к группе **малярной,** или **укрывистой,** отделки — те отделочные работы, при которых поверхность изделий покрывается сплошной непрозрачной пленкой масляных, эмалевых, нитроцеллюлозных и других красок и лаков.

При прозрачной (столярной) отделке поверхность изделия сначала тщательно сглаживают шлифованием мелкой шкуркой. Поверхность деталей, изготовленных из древесины твердых пород, предварительно сглаживают циклеванием, то-есть соскабливают тончайшую стружку при помощи стальной пластинки — цикли (рис. 38, *а*). На рабочих кромках цикли при «наводке» хорошо закаленным гладким стальным стержнем образуются острые заусеницы. Ими и соскабливают стружку. При работе циклю держат обеими руками, немного наклоняя и изгибая ее в сторону движения.

При шлифовании шкуркой рекомендуется пользоваться шлифовальными колодочками («сухариками») — небольшими брусочками прямоугольной формы, изготовленными из мягкой древесины или пробки и обернутыми шкуркой (рис. 38, *в*).

Шлифовальная шкурка различается по номерам, зависящим от величины зерен абразивных материалов. В таблице на странице 68 приводятся обозначения шлифовальных шкурок по новому и старому стандартам.

Для шлифования поверхности древесины применяют последовательно шкурку двух-трех номеров, обычно от № 36 или 46 до № 100 или 120.

Шлифование производят круговыми движениями, без нажима. После первой грубой шлифовки поверхность изделия слегка смачивают водой, отчего на ней появляется ворс, образуемый поверхностными волокнами древесины, перерезанными при строгании, циклевании и шлифовании. Затем изделие просушивают и сошлифовывают поднявшийся ворс мелкозернистой стеклянной бумагой. Эту шлифовку ведут только вдоль волокон.

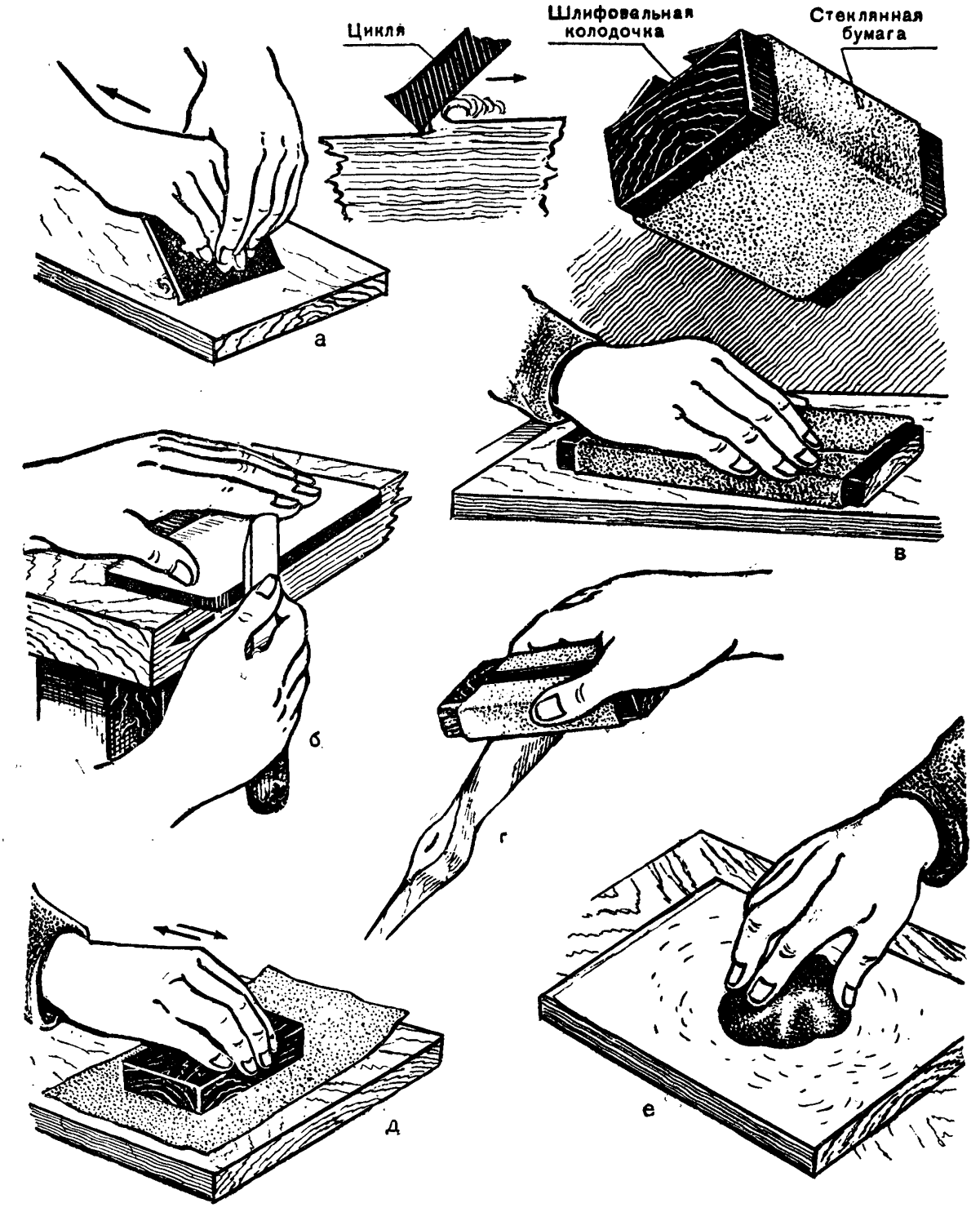


Рис. 38. Зачистка и шлифование в работах с древесиной:

а — зачистка поверхности детали циклей; *б* — наводка цикли; *в* — шлифование шкуркой с использованием шлифовальной колодочки («сухарика»); *г* — шлифование воздушного винта летающей модели; *д* — шлифование мелких деталей на листе стеклянной бумаги; *е* — шлифование поверхности кусковой пемзой.

Обозначения шлифовальных шкурок

Старое обозначение	10	9	8	7	7	5	4	3	2	1	0	00	000	0000
Новое обозначение	12	16	20	24	36	46	60	80	100	120	140	170	200	280

При отделке поверхности изделий из древесины хвойных пород смачивание и шлифовку (для удаления ворса) рекомендуется проводить дважды.

Во всех случаях плоские поверхности отдельных деталей, из которых состоит изделие, выстругивают рубанком или фуганком, а закругления, как правило, обрабатывают рашпилями и напильниками (рис. 39).

В тех случаях, когда на поверхности деталей, подлежащих лакировке или полировке, имеются мелкие щели, неровности и крупные поры, применяют шпаклевки.

Простейшую клеевую шпаклевку изготовляют по рецепту:

Мука древесная (или мелкие просеянные опилки) — 2 части.

Мел молотый просеянный — 3 части.

Клей столярный, жидкий, горячий — до получения пастообразной массы.

Растворив клей в воде, добавляют в горячий клеевой раствор смесь опилок с мелом и полученную тестообразную массу быстро и тщательно перемешивают. К полученной шпаклевке полезно добавить немного талька в порошке и немного подогретой олифы

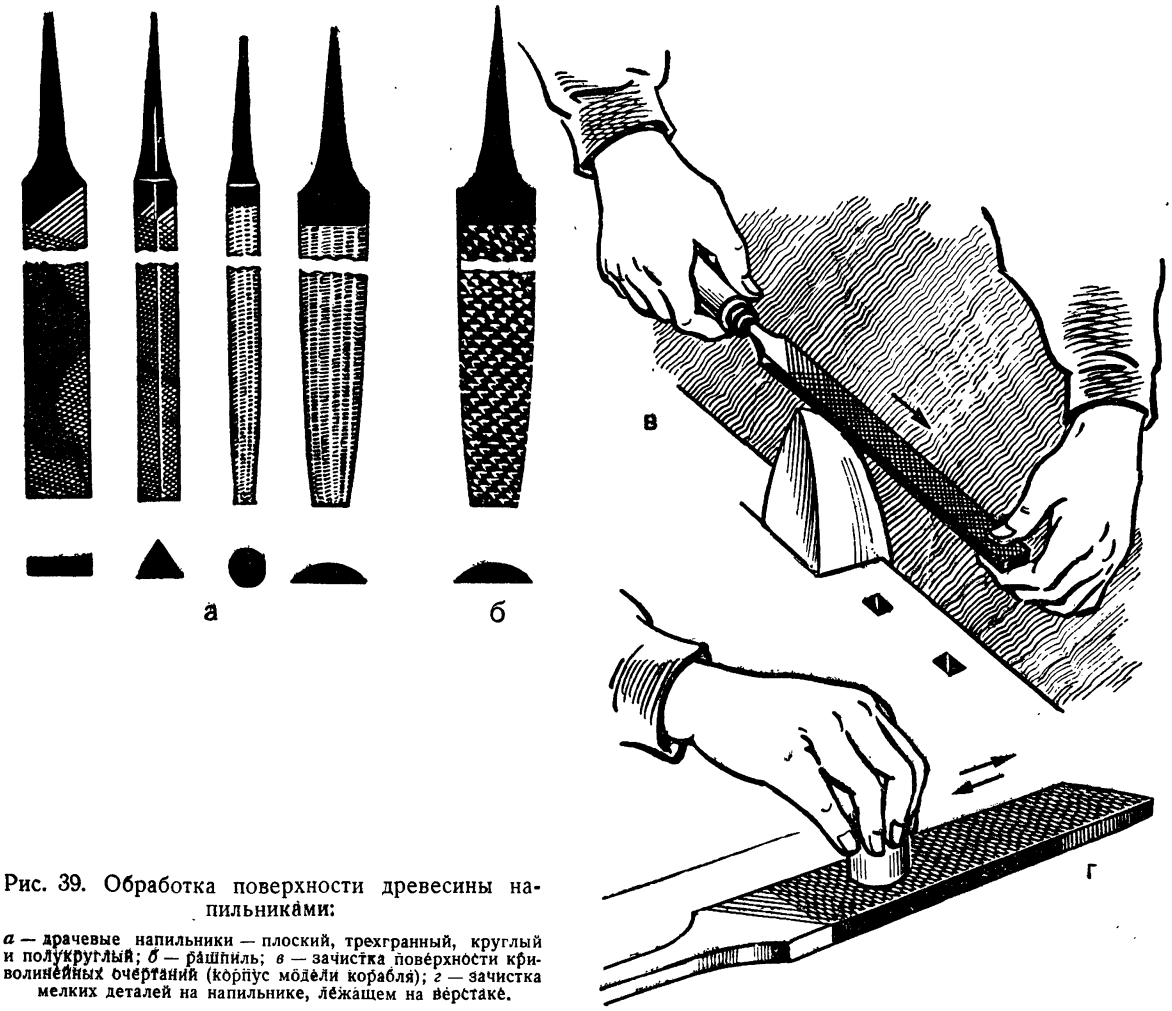


Рис. 39. Обработка поверхности древесины напильниками:

а — драчевые напильники — плоский, трехгранный, круглый и полукруглый; *б* — рашпиль; *в* — зачистка поверхности криволинейных очертаний (корпус модели корабля); *г* — зачистка мелких деталей на напильнике, лежащем на верстаке.

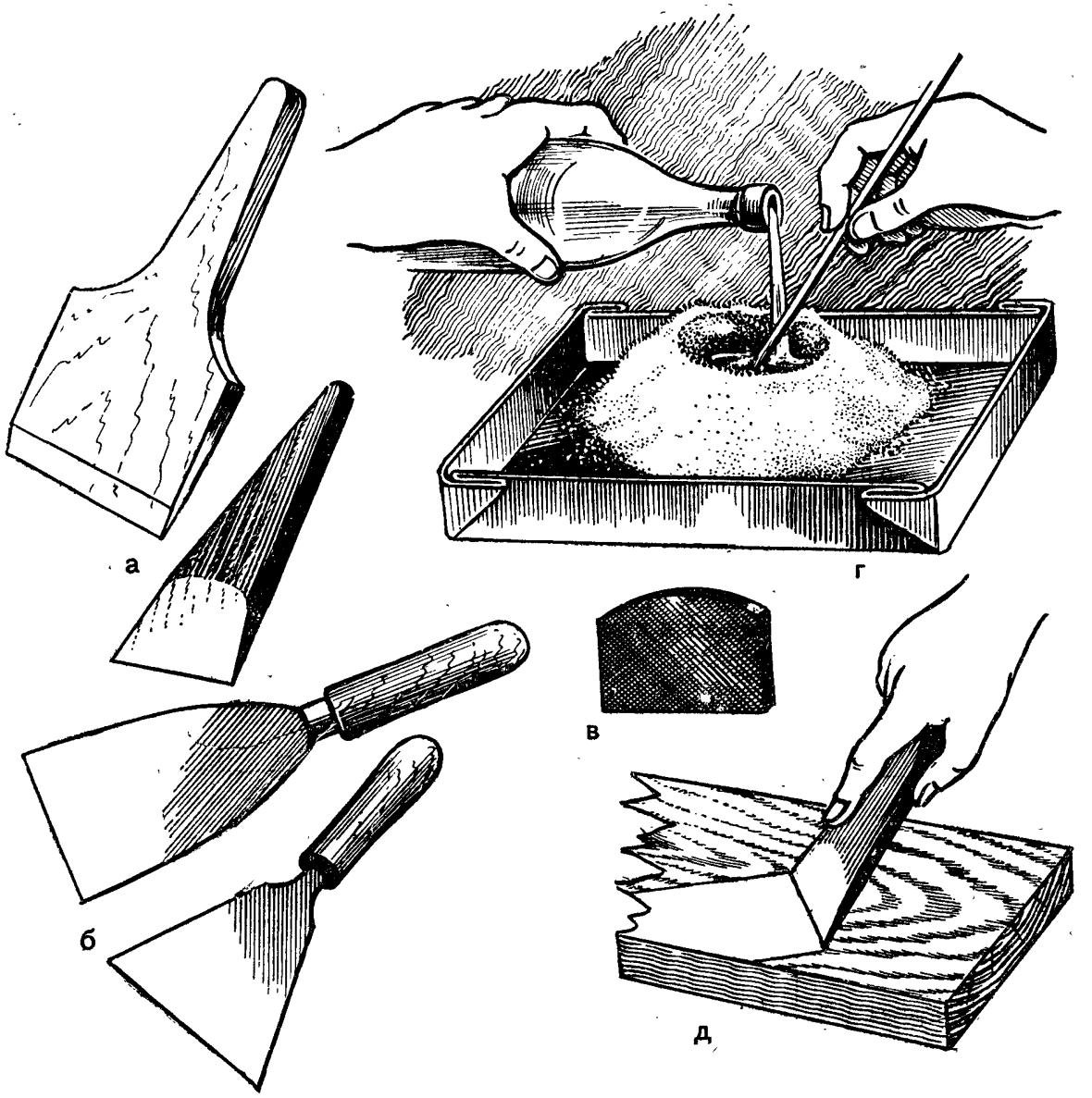


Рис. 40. Шпаклевание:

а — деревянные шпатели; *б* — металлические шпатели; *в* — резиновая пластинка — шпатель; *г* — приготовление шпаклевки; *д* — нанесение шпаклевки.

(1 часть олифы на 5—6 частей клеевого раствора).

Клеевую шпаклевку применяют немедленно, так как она быстро засыхает.

Для шпаклевания изделий из древесины твердых пород можно применить лаковую шпаклевку (1 часть картофельного крахмала и 2 части масляного светлого лака).

Для последующего покрытия поверхности деревянных деталей моделей и приборов нитролаками и нитрокрасками шпаклевание их поверхности обычно производят специальными нитрошпаклевками. Такие шпаклевки, как правило, изготовляются на заводах (марки нитрошпаклевок: «АШ-24», «АШ-30», «АШ-32», «МБШ»). При употреблении шпаклевки разводят растворителями (Р-645, Р-646, Р-647).

Густые тестообразные нитрошпаклевки применяются для заделки трещин, швов, выбоин и других изъянов поверхности. Для

сплошного шпаклевания поверхности шпаклевки разводят до густоты сметаны.

Вручную шпаклевки наносятся при помощи деревянных и стальных шпателей (рис. 40, *а*, *б*). При шпаклевании криволинейных поверхностей, например корпусов моделей кораблей, часто применяются шпатели из толстой листовой резины (рис. 40, *в*).

Если необходимо особенно тщательно отделать поверхность изделия, шпаклевание проводят два, а иногда и три раза. После просыхания каждого слоя поверхность шлифуют мелкозернистой стеклянной бумагой или пемзой. Поверхности, покрытые нитрошпаклевкой, смачивают при шлифовании керосином или скипидаром.

При прозрачной отделке изделия окрашивают в тот или иной цвет различными протравами и морилками: растворами различных анилиновых красителей, протрав и солей. На отделываемую поверхность протравы наносят при помощи тампонов из ваты или мягкой ткани и кистей.

Анилиновые красители делятся на две группы — прямые (или основные) и кислотные. Смешивать разные анилиновые красители для получения промежуточных цветов можно только в пределах одной из этих групп.

Растворять анилиновые красители следует в горячей воде (75—80°).

Из солей различных металлов в качестве протрав для окрашивания древесины применяют 3—4-процентные растворы марганцевокислого калия, двухромовокислого калия, сернокислого железа (железного купороса), хлорного железа.

В таблице приведены наиболее употребительные для различных пород древесины красители (протравы). В этой таблице в скобках указана крепость водных растворов соответствующих красителей в процентах.

Для окрашивания древесины часто применяют также красные анилиновые чернила и тушь.

При изготовлении растворов различных красителей надо учитывать, что цвет окрашенной поверхности после ее высыхания становится немного светлее и что торцовая по-

Порода	Цвет протравы				
	черный	серый	коричневый	красновато-коричневый	красный
Сосна	—	Нигрозин (1%)	Марганцевокислый калий (0,2%)	—	—
Ель	—	—	Хлористый кальций или хлористый барий	Бисмарк коричневый (1%)	Калиевые и хромовые квасцы (3%); цинковый купорос (2,5%)
Береза	Нигрозин (10%)	Нигрозин (1%)	Бейц ореховый (5—6%); марганцевокислый калий (0,2%)	Бисмарк коричневый (1%)	Конго красный
Дуб	Уксуснокислое или сернокислое железо	Уксуснокислое или сернокислое железо	Двухромовокислый калий (или натрий) с небольшой добавкой нашатырного спирта и сернокислой меди	—	Кроцеин яркий
Клен	—	Сернокислое железо (4—5%)	—	Хромовые квасцы (3%)	Сернокислая медь (2%) или квасцы (3%)
Бук	—	—	Двухромовокислый калий	—	Поташ или хромовые квасцы
Липа	Нигрозин (10%)	Нигрозин (1%)	Марганцевокислый калий (0,2%) или бейц ореховый	—	Бисмарк коричневый

верхность древесины (то-есть ее поперечные срезы) поглощает протраву сильнее и потому окрашивается интенсивнее, чем поверхности, параллельные древесным волокнам. Чтобы тон окраски разных поверхностей одной и той же детали был одинаков, торцовые поверхности непосредственно перед протравливанием смачивают водой.

Окрашенную поверхность древесины просушивают, а затем производят лощение, то-есть поверхность изделия протирают торцовой поверхностью кусочка луба, конским волосом, морской травой или тонкой древесной несмолистой стружкой до появления блеска.

Окрашенная поверхность различных изделий из древесины может быть отделана при помощи вощения — покрытия поверхности тонким слоем восковой мастики (или восковой политуры). Такая отделка применяется для изделий, не подверженных действию влаги.

Кусок грубой суконки или войлока пропитывают подогретой восковой мастикой и натирают им поверхность изделия сначала поперек, а затем вдоль волокон. После просушки изделия в теплом, сухом, не пыльном помещении отделываемая поверхность протирается мягкой суконкой или шерстяной тряпочкой, пока не станет слепка блестящей.

Хорошая восковая мастика может быть приготовлена по следующему рецепту: 3 части натурального воска или церезина расплавляют на водяной бане и, сняв с огня, добавляют туда 4—7 частей скипидара. Чтобы сделать мастику более твердой, в расплавленный воск добавляют немного канифоли (примерно 1 часть канифоли на 6—8 частей воска). Вместо скипидара можно взять такое же количество бензина или приготовить мастику на смеси скипидара и бензина.

Кроме восковой мастики, для создания первого слоя отделочного покрытия применяются столярные грунтовки или мастики — масляные, лаковые и клеевые. Эти грунтовки повышают прочность сцепления лака или политуры с древесиной, заполняют поры на поверхности древесины и уменьшают расход лака и политуры.

При изготовлении оснований, подставок и ящиков для приборов можно воспользоваться клеевой столярной грунтовкой следующего состава: талька в порошке — 15 частей; пигмента (охры или умбры) в порошке — 1 часть; клея столярного жидкого горячего — до получения жидкой пасты.

Хорошая лаковая столярная грунтовка-порозаполнитель приготовляется по рецепту:

Шпат тяжелый (сернокислый барий) в порошке — 40 частей.
Лак масляный — 1 часть.
Скипидар — 2 части.

Добавив в эту грунтовку небольшое количество тертой охры или умбры, мы подкрасим ее в желтоватый или в светлокоричневый цвет.

Если в кружке нет тяжелого шпата, то его можно заменить молотым отмученным мелом (зубным порошком), добавив в него 10—20% талька в порошке.

Лаковая грунтовка наносится кистью на сухую поверхность изделия. Через 20—25 минут лишнюю грунтовку удаляют при помощи шпателя, а оставшуюся втирают в поры древесины поперек волокон куском пробки.

Грунтовка поверхности изделия (перед нанесением нитролаков и красок) производится специальными нитрогрунтовками. Однако при отделке конструкций можно применять и изготовленные на месте грунтовочные мастики. Так, вполне доступна лаковая мастика-порозаполнитель:

Лак масляный — 15 частей.
Шпат молотый — 30 частей.
Пигмент — 1—2 части.
Сиккатив — 1 часть.

Руководители кружков могут приготовить и такую грунтовочную мастику: крахмал картофельный — 17 частей, олифа натуральная или оксоль — 12 частей, скипидар — 3 части, сиккатив — 1 часть.

После высыхания грунтовки всю огрунтованную поверхность шлифуют мелкозернистой стеклянной бумагой (№ 140—280) и, тщательно очистив от пыли, лакируют.

Лакирование — это наиболее распространенный способ прозрачной отделки изделий из древесины. Оно заключается в нанесении на поверхность древесины одного или нескольких слоев лака. В результате лакирования на поверхности изделий образуется достаточно твердая, прочная, блестящая и атмосфероустойчивая пленка.

Юные техники обычно применяют спиртовые и масляные лаки, а также нитролаки холодной сушки (высушивание поверхности, покрытой этими лаками, производится при комнатной температуре).

Спиртовые лаки состоят из разнообразных естественных и искусственных смол, растворенных в крепком винном спирте. В масляных лаках в качестве растворителя

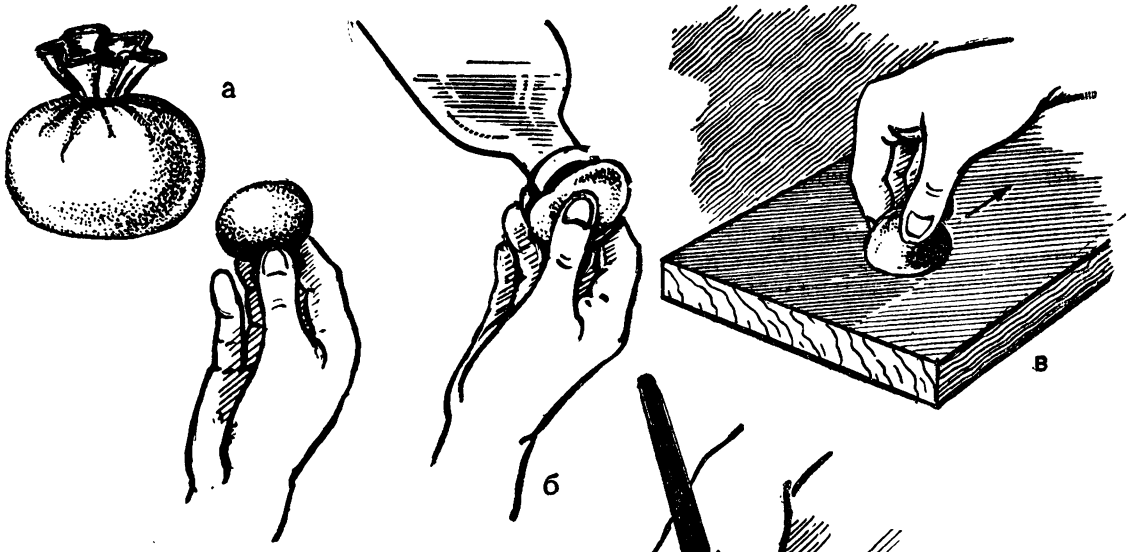


Рис. 41. Лакирование:

а — тампоны для лакирования; *б* — смачивание тампона лаком; *в* — нанесение лака на отделываемую поверхность; *г* — нанесение лака на поверхность, покрытую резьбой.

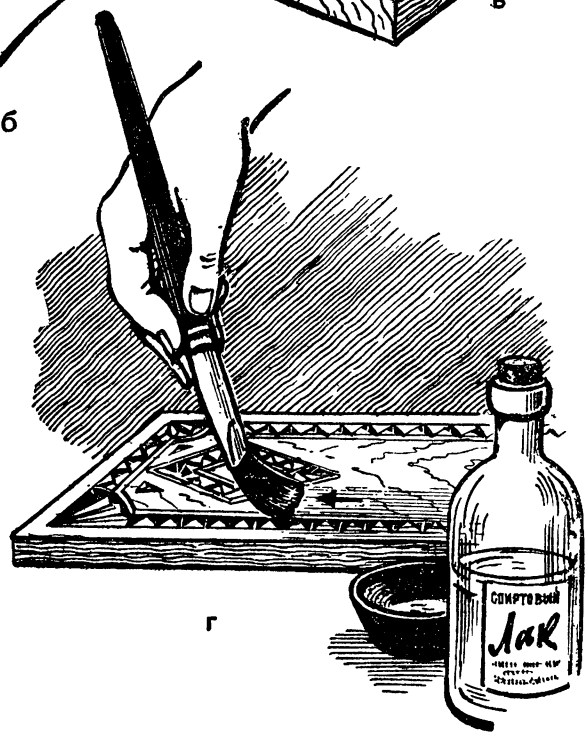
применяется льняная олифа, в которой также растворяют различные смолы. Нитролаки состоят из нитроцеллюлозы (растительной клетчатки, обработанной азотной кислотой), растворенной в разных летучих растворителях.

Спиртовые лаки и нитролаки высыхают очень быстро. Для полной просушки поверхности, покрытой нитролаком, требуется 10—50 минут, а спиртовым — от получаса до 1—2 часов. Масляные лаки высыхают в течение 24—60 часов.

Лаки могут быть светлыми, почти бесцветными, и окрашенными в различные цвета (цветные лаки).

Лакирование производят в теплом, сухом, свободном от пыли помещении. Лакируемая поверхность должна быть чистой, сухой, хорошо прошлифованной и не охлажденной.

Покрытие поверхности спиртовыми лаками производится при помощи тампонов (рис. 41) из простой, негигроскопической ваты, смятой в плотный комок, смоченной лаком и обернутой в мягкую чистую полотняную или хлопчатобумажную тряпочку. Лак наносят на поверхность изделий по направлению волокон параллельными полосами, слегка перекрывающими друг друга. Поверхности, имеющие сложные криволинейные очертания или покрытые резьбой, лакируют при помощи мягкой кисти тонкими слоями по направлению волокон древесины.



Покрытие изделий из древесины масляными лаками производят с помощью мягких кистей, нанося лак медленно тонкими, нежирными слоями (всего до 5—6 слоев). Сушат изделия в помещениях, в которых нет пыли, или в шкафах. Кисти по окончании работы промывают в скипидаре и вытирают чистой тряпкой.

Лакирование изделий из древесины нитролаками производят по грунтовке, не содержащей воска, так как растворители нитролаков размягчают воск и лаковая пленка покрывается пятнами.

Нитролаками поверхность изделий покрывают, как правило, не менее трех раз. С увеличением количества слоев нитролака поверхность покрытия получается более ров-

ной и глянцевой. Все лаковые покрытия, кроме последнего, желательно прошлифовывать мелкой шкуркой (№ 170—280) или пемзой с керосином. По окончании каждой шлифовки с поверхности изделия тщательно удаляют пыль.

Для нанесения нитролаков пользуются плоскими мягкими кистями. Поверхность покрывается лаком быстрыми движениями кисти вдоль волокон и все время в одном направлении (например, слева направо). Наносимые полосы лака должны слегка перекрывать друг друга. Окончив окраску, кисть промывают в растворителе и высушивают.

Полирование является наиболее сложным и весьма трудоемким процессом и применяется для окончательной отделки предметов, изготовленных из древесины ценных пород, имеющих красивую текстуру. Прекрасно полируется древесина клена, ореха, березы, липы, ольхи, бука, граба. Для отделки изделий из крупнопористых пород древесины, например дуба или ясеня, полирование применяется редко. Плохо полируется древесина сосны и ели.

Отделку изделий из древесины полированием применяют только для предметов, постоянно находящихся внутри отапливаемых помещений: колебания температуры и сырость быстро приводят к порче отполированной поверхности. Юные техники особенно часто отделывают полированием ящики радиоприемников и радиол, панели и подставки приборов, щитки для схем и технологических разверток.

Древесина изделия, отделываемого полированием, должна быть хорошо высушенной, а его поверхность гладкой и отшлифованной. Окрашивание, заполнение пор, шпаклевание и грунтовку поверхности необходимо делать тщательно, не применяя при этом составов, содержащих кислоты. Работы по полированию можно проводить только в сухом и теплом помещении, в котором нет пыли. Сушить полируемые изделия желательно в шкафах.

Процесс полирования обычно разделяется на три операции: основную, или грунтовочную, полировку (грунтовку), среднюю полировку, или покрышку, и окончательную чистовую полировку, которую называют еще выполировкой или отполировкой. В некоторых случаях для ускорения работы полирование проводят в два приема. При особо же тщательной отделке покрытие политурой производят до шести раз.

Политура наносится при помощи полировальной подушечки-тампона. Эта подушечка представляет собой небольшой кусок мягкой и чистой шерстяной ткани, свернутой в комок и обернутой куском мягкого, стираного льняного полотна.

Вместо шерстяной тряпочки можно взять старую шерстяную варежку, кусок старого шерстяного свитера или носка. Концы полотняной тряпки собираются так, чтобы подушечку было удобно держать при работе (рис. 42).

Набивку полировальной подушечки смачивают политурой, обертывают полотном и полученным тампоном натирают отделываемую поверхность: на изделии появляются быстро высыхающие полосы политуры — ласы. Нажим на тампон должен быть таким, чтобы поверхность изделия покрывалась тончайшими, быстро высыхающими пленками. На только что пропитанный тампон нажимают слабее, по мере же израсходования политуры нажим на тампон постепенно усиливают.

При грунтовочной полировке политуру наносят более жирными слоями, чем при средней полировке. Поэтому и нажим на тампон в первом случае должен быть немного сильнее.

На поверхность древесины политуру наносят в определенной последовательности по спиралеобразным, волнистым и петлеобразным линиям (рис. 42, *д*). При этом наращивание слоев политуры должно происходить равномерно. Натирать полируемую поверхность надо непрерывными движениями, не останавливаясь и не отрывая тампона до тех пор, пока не будет израсходована вся политура и за тампоном перестанут появляться ласы.

Нельзя опускать тампон на поверхность детали сверху и снимать его с поверхности, поднимая вверх. Вводить смоченный политурой тампон на отделываемую поверхность надо с краев так, чтобы тампон сразу легко, без нажима заскользил по поверхности. По окончании работы тампон должен соскользнуть с этой поверхности в сторону.

Первое грунтовочное покрытие политурой делается для того, чтобы окончательно закрыть все поры древесины на поверхности изделия и нанести основной слой шеллака. Для облегчения и ускорения запоривания, особенно при полировании древесины среднепористых и крупнопористых пород, поверхность изделия в процессе работы припудривают несколько раз пемзовым

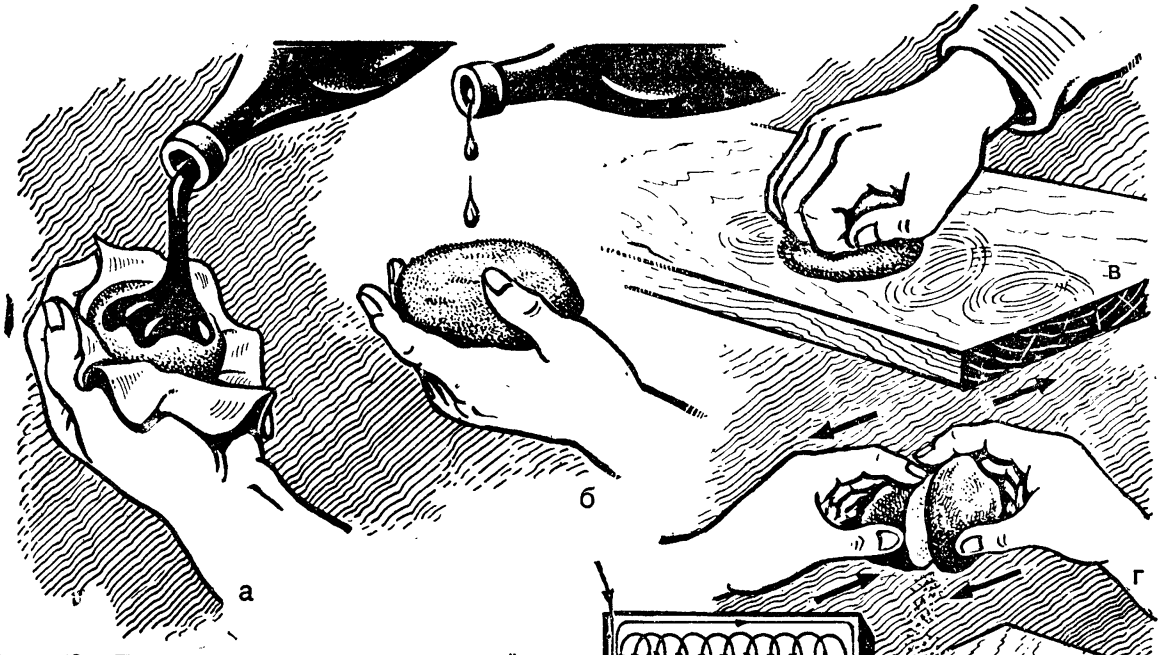
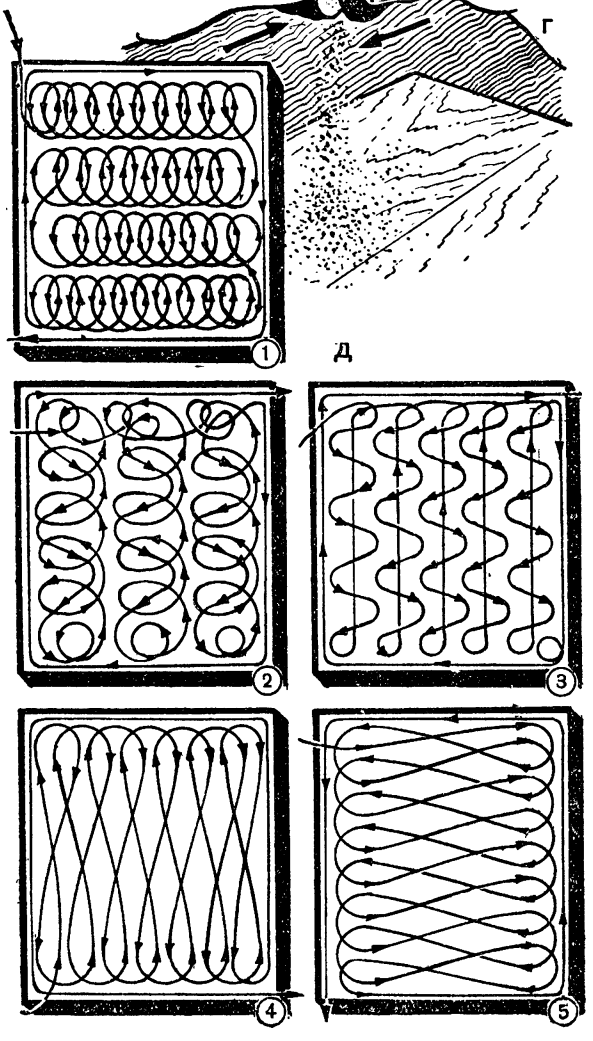


Рис. 42. Полирование поверхности изделий из древесины:

а — пропитывание тампона (полировальной подушечки) политурой; *б* — смачивание рабочей поверхности тампона маслом; *в* — нанесение политуры на отделываемую поверхность; *г* — припудривание полируемой поверхности порошком пемзы для заполнения пор; *д* — последовательные схемы движения тампона на разных стадиях полирования.



порошком, приготовленным заранее, или над изделием трут друг о друга два куска пемзы (рис. 42, *г*).

Грунтование производят до полного заполнения пор и появления на всей поверхности слабого блеска.

Загрунтованное политурой изделие просушивают при комнатной температуре в течение 24—30 часов и прошлифовывают самым тонким пемзовым порошком (при помощи суконки) или мелкозернистой шлифовальной бумагой.

При втором полировании (покрышке) на рабочую поверхность тампона снаружи время от времени наносят несколько капель сырого растительного масла (льняного или подсолнечного) или вазелинового масла. Масло можно наносить и разбрызгивая его по полируемой поверхности (1—2 капли на 1 *дм*^{2} поверхности).

Необходимо учитывать, что при избытке масла политура будет размазываться по поверхности детали, не соединяясь с уже нанесенными и высохшими слоями. Наоборот, при недостатке масла тампон пристает,

«присыхает», к полируемой поверхности, что очень затрудняет работу.

При втором полировании грунтовочное покрытие выравнивается, и ему придается равномерный глянец.

Окончательное чистовое полирование производят очень жидкой (6—8-процентной) политурой с незначительным количеством масла. Затем отполированную поверхность «просушивают» чистым ватно-шерстяным тампоном, пропитанным чистым спиртом-сырцом. При этом с отполированной поверхности удаляют остатки масла и она приобретает красивый зеркальный вид.

При отделке изделий из древесины масляными красками тщательно выструганная и прошлифованная сухая поверхность огрунтовывается, то-есть покрывается сплошным слоем масляной или казеиновой грунтовки. Масляная грунтовка — это олифа, слегка подкрашенная небольшим количеством тертой масляной краски, обычно охры, казеиновая грунтовка — обыкновенный казеиновый клей.

Для выравнивания отделываемой поверхности, заделки швов, трещин, выбоин и сучков проводят подмазку (местное шпаклевание) масляной или лаковой шпаклевкой, рецепты которой приводятся ниже. После высыхания подмазки поверхность изделия вновь шлифуют шлифовальной бумагой или шкуркой, очищают от пыли и сплошь шпаклюют, то-есть покрывают тонким слоем шпаклевки.

Шпаклевание больших поверхностей обычно проводят дважды. Масляную шпаклевку можно приготовить по следующему рецепту:

Олифа натуральная или оксоль	50 частей
Клей столярный или малярный	1 часть
Скипидар технический	10 частей
Сиккатив жидкий	5 »
Вода	8 »
Мел молотый отмученный . . примерно	250 »

Простую по составу масляно-клеевую шпаклевку готовят по рецепту:

Олифа натуральная или оксоль	1 часть
Клей столярный или малярный	6 частей
Вода	80 »
Мел молотый отмученный . . . около	85 »

Казеиновую шпаклевку делают по рецепту:

Мел молотый отмученный	19 частей
Клей казеиновый (водный раствор) . .	2 части
Олифа натуральная	2 »
Вода	25 частей

При изготовлении этих шпаклевок смешивают жидкие составные части, а затем небольшими порциями добавляют в эту смесь мел.

Во все шпаклевки полезно добавлять немного тертых масляных красок: в этом случае особенно хорошо заметны пропуски при шпаклевании.

Шпаклевки наносят при помощи специальных лопаточек — шпателей, а на небольшие поверхности — старыми стамесками или ножами.

При шпаклевании криволинейных поверхностей, например корпусов плавающих моделей, пользуются самодельными резиновыми шпателями (кусками 4—5-миллиметровой листовой резины, рабочие кромки которых зачищены шкуркой).

Отделка изделий при помощи покрытия кроющими, то-есть непрозрачными, масляными и нитроцеллюлозными, красками относится к группе малярной отделки.

Масляные краски состоят из порошкообразных естественных и искусственных красящих веществ (пигментов), растертых на олифе. Для ускорения высыхания к масляным краскам обычно добавляют немного сиккатива (сушки).

Юным техникам не рекомендуется изготовлять масляные краски растиранием сухих пигментов на олифе. Гораздо лучшие результаты дают имеющиеся в продаже густотертые масляные краски. Они представляют собою густые пасты из тех или иных пигментов и олифы. Перед употреблением краски разжижают добавлением в них олифы и сиккатива. Для мелких и ответственных работ можно применять тонкотертые художественные масляные краски, которые продаются в тюбиках.

В таблице на странице 76 приводятся основные сведения о наиболее употребительных масляных красках.

Масляные краски наносят при помощи кисти тонким и ровным слоем на огрунтованную, прошпаклеванную и прошлифованную сухую поверхность. Как правило, после высыхания первого слоя краски наносят второй, а иногда и третий слой.

Нанесенный на поверхность изделия слой масляной краски высыхает в течение 24 часов. Иногда время, необходимое для высыхания краски, достигает 30 часов.

Краску следует набирать кистью понемногу и так, чтобы смачивалась только нижняя часть кисти. При этом нужно почаще перемешивать краску палочкой. При окрашива-

Масляные краски

Наименование краски	Цвет	Укрывистость	Расход готовой краски на 1 $м^2$ поверхности (в г)	Область применения
Белила свинцовые	Белый	Хорошая	210—310	Окраска изделий из металла
Белила цинковые	»	Средняя	160—200	Окраска изделий, не подверженных действию влаги, кислот и щелочей
Белила литопоновые	»	»	175—190	То же
Зелень свинцовая (крон зеленый)	Зеленый	Хорошая	50—65	—
Крон желтый	Желтый	»	—	—
Крон красный	Яркокрасный	»	—	—
Крон цинковый	Желтый	»	150—200	Окраска изделий из металла (антикоррозийная)
Мумия искусственная	Красный	»	60—95	Окраска изделий из древесины
Окись хрома	Темнозеленый	Средняя	55—75	—
Охра	Желтый	»	200	—
Сурик железный	Красный	Хорошая	35	Грунтовка, шпаклевка и окраска изделий из металла
Сурик свинцовый	Краснооранжевый	»	175	Грунтовка и окраска изделий из металла
Сажа	Черный	»	—	—
Ультрамарин	Синий	Плохая	125	—
Умбра	Коричневый	»	175	—

нии кисть необходимо держать почти перпендикулярно к поверхности изделия, с очень небольшим наклоном в сторону ее движения. Краска должна распределяться параллельными мазками на возможно большую площадь, причем кистью с нажимом проводят сначала в одном направлении, а затем в перпендикулярном.

Для увеличения прочности покрытия и для большей глянцевитости окрашенную поверхность после ее основательной просушки (обычно через полторы-две недели) покрывают слоем масляного лака.

В тех случаях, когда отделываемая поверхность не должна блестеть, в масляную краску добавляют немного скипидара.

Для отделки различных приборов и моделей часто применяют различные цветные эмали (лаковые краски). Такие эмали с одинаковым успехом используются для окрашивания древесины и металла и дают твердое, прочное и блестящее покрытие. Поверхность деталей перед нанесением эмали нужно тщательно очистить от пыли, грязи, жира и ржавчины и хорошо просушить. Грунтовку поверхности перед окраской производят жидким раствором той же эмали. Для получения грунтовки в эмаль добавляют от 25 до 60% (по весу) скипидара.

Трещины, швы и мелкие изъяны на поверхности изделий заполняются шпаклевкой, которую можно приготовить из указанной выше грунтовки, добавив в нее охры в порошке, молотого и отмученного мела или молотого талька. Зашпаклеванная поверхность после просушки шлифуется шкуркой № 80—140 или пемзой.

Эмаль наносят 2—3 раза тонкими слоями при помощи кистей. Каждый слой эмали, кроме последнего, после просушки шлифуется мелким порошком пемзы с водой.

Покрытие эмалями и сушку окрашенных изделий нужно производить в теплом сухом помещении, в котором нет пыли. Банку с эмалью полезно во время работы помещать в сосуд с горячей водой.

Нитролаки и нитрокраски (нитроэмали) находят все более широкое применение в работе технических кружков для отделки моделей, макетов, приборов и других изделий, изготовленных из древесины, металла, папье-маше и других материалов. Эти краски и лаки дают возможность получить красивое, прочное, твердое и атмосфероустойчивое покрытие.

Нитрокрасочные и нитролаковые покрытия очень быстро высыхают. Благодаря этому вся работа по отделке может быть про-

ведена в очень короткие сроки: через часполтора после нанесения краски или лака поверхность изделия можно шлифовать или покрывать следующим слоем.

Нитроцеллюлозные краски и лаки, так же как и специальные нитрогрунтовки и нитрошпаклевки, имеются в продаже в готовом для употребления виде. В тех случаях, когда по условиям работы необходимо сделать перечисленные нитросоставы более жидкими, в них добавляют специальные нитроразбавители (разжижители), которые также имеются в продаже.

Поверхности изделий, подготавливаемые для отделки нитроэмалями, должны быть не только ровными и гладкими, но и очищенными от всевозможных загрязнений, масляных пятен, ржавчины, окалины, старой краски и т. п. После очистки и обезжиривания поверхность насухо вытирают.

Грунтовку поверхности под покрытие нитроэмалями и лаками обычно производят дважды. Для этой цели применяют специальные нитрогрунтовки или масляные грунтовки.

Если готовой нитрогрунтовки нет, ее можно приготовить самим, разбавив часть подготовленной для окраски поверхности нитроэмали скипидаром (1 часть скипидара на 9—10 частей эмали).

Для приготовления масляной грунтовки надо тщательно перемешать 10 частей тертых свинцовых или цинковых белил с 7 частями олифы и 3 частями скипидара.

Нитрогрунтовки высыхают в течение одного часа. Масляные грунтовки требуют для просушки 24 часа. После высыхания грунтовочного покрытия поверхность шлифуют наждачной бумагой.

Швы, трещины и другие изъяны отделываемой поверхности шпаклюются нитрошпаклевкой, а после высыхания тщательно прошлифовываются.

Окрашивание нитроэмалями и нитролаками проводят дважды. Тонкий слой эмали или лака быстро наносят кистью на поверхность детали, стараясь не проводить кистью несколько раз по одному месту.

Значительно облегчает работу по нанесению нитроэмалевых и нитролаковых покрытий и улучшает их качество распыление эмалей и лаков при помощи сжатого воздуха.

Всю работу по окрашиванию нитросоставами необходимо проводить в теплом, хорошо вентилируемом помещении. Окрашиваемые поверхности не должны быть охлажденными.

Часто для окраски своих моделей, макетов и приборов юные техники используют краски с металлическими пигментами — алюминиевой и золотистой бронзой. Небольшое количество бронзы добавляют в жидкий эмалит (нитролак первого покрытия АН-1) или в раствор целлулоида в амилацетате (грушевой эссенции). Полученные краски наносят кистями или с помощью распыления. Краску во время работы необходимо периодически помешивать.

ОТДЕЛКА ПОВЕРХНОСТИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ДЕТАЛЕЙ ПРИБОРОВ И МОДЕЛЕЙ

Поверхность металлических деталей юные техники могут обрабатывать по-разному: применить грубую механическую очистку, шлифование и полирование, а также покрыть поверхность металлических деталей лакокрасочными составами.

Шлифование применяется для того, чтобы уничтожить на поверхности неровности, царапины и следы, оставшиеся от механической обработки инструментами. Производят шлифование мелкозернистыми наждачными, алундовыми и электрокорундовыми шкурками, смазанными машинным маслом. Для этой же цели применяют разные шлифовальные пасты, представляющие собой смесь тонких порошков абразивных материалов с мягкими пластическими массами, состоящими из воска, парафина, керосина, масла и других материалов. В качестве абразивов в эти пасты входят порошок окиси хрома или крокус (порошок окиси железа).

Чтобы ликвидировать на поверхности металлов мельчайшие царапины и придать им зеркальный блеск, производят **полирование.** Для полирования применяют полировочные пасты, отличающиеся от шлифовальных тем, что в их состав входят более тонкие абразивные порошки (обычно окись хрома).

При шлифовании или полировании металлов вручную на войлочный тампон, суконку или кусок чистой полотняной тряпки наносят шлифовальную или полировальную пасту и натирают отделываемую поверхность до появления блеска.

Для полирования никелированных поверхностей и для наведения глянца на поверхность изделий из латуни можно приготовить пасту следующего состава:

Стеарин	5 частей
Сало техническое	1 часть
Окись хрома	14 частей

Для полирования стали применяют пасту, приготовленную по такому рецепту:

Стеарин	32 части
Воск пчелиный	6 частей
Сало техническое	5 »
Окись свинца	3 части
Окись хрома	80 частей

При отделке поверхности металлических изделий при помощи лакокрасочных покрытий качество последних, то-есть их прочность, твердость, блеск, атмосфероустойчивость, зависит не только от качества самой краски или лака, но в значительной степени и от того, как подготовлена поверхность к покрытию, а также от тщательности в работе по нанесению отделочных материалов.

Поверхность, подлежащую окраске, тщательно очищают от ржавчины, грязи и жира напильником, проволочными щетками, шаберами и шлифовальными шкурками.

Очищенную поверхность металла для заполнения мелких изъянов, швов и трещин, а также для обеспечения хорошего сцепления лакокрасочного покрытия с металлом огрунтовывают и шпаклюют.

Хорошие масляные (или лаковые) грунтовки можно приготовить по одному из следующих рецептов:

1. Крон цинковый (цинковая желтая)	2 части
Олифа (или лак глифталевый)	3 »
2. Крон цинковый (или цинковая желтая)	1 часть
Сурик железный	1 »
Олифа (или лак глифталевый)	2 части

При окраске больших и ровных поверхностей, например листового железа, масляную краску обычно наносят непосредственно по грунтовке, подвергая шпаклеванию лишь швы и отдельные изъяны поверхности. Грунтуют в таких случаях олифой, подкрашенной суриком.

Для шпаклевания железа и стали под окраску масляными красками и лаками можно применять масляно-клеевую шпаклевку следующего состава:

Олифа	20 частей
Клей столярный жидкий	3 части
Охра	10 частей
Сажа	2 части
Мел молотый	65 частей

После полной просушки зашпаклеванная поверхность хорошо прошлифовывается.

Окрашивание поверхности металлических изделий масляными красками, лаками и эмалями и нитроцеллюлозными красками и лаками производится так же, как и окрашивание древесины.

Для окрашивания частей моделей и приборов, изготовленных из металла и подверженных нагреванию (модели паровых котлов и машин, лабораторные штативы и т. п.) применяют огнеупорные краски. Такие краски можно легко приготовить, растирая тот или иной пигмент на растворе жидкого натриевого стекла (силикатное или растворимое стекло). Для этого жидкое стекло разбавляется двойным количеством воды.

Для получения краски разных цветов используют следующие порошкообразные пигменты:

Белый цвет	— белила свинцовые или тяжелый шпат.
Черный цвет	— графит с небольшой примесью ультрамарина.
Серый цвет	— смесь одной части графита с двумя частями тяжелого шпата.
Голубой цвет	— ультрамарин.
Красный цвет	— железный сурик.
Желтый цвет	— охра или хромовокислый барий.
Зеленый цвет	— окись хрома.

Для окраски металлических деталей, подвергающихся действию высокой температуры, в черный цвет часто применяют черный асфальтовый печной лак. Поверхность тщательно очищается от ржавчины стальными проволочными щетками и шкуркой, протирается тряпкой, смоченной скипидаром, и окрашивается тонким слоем асфальтового лака.

Хорошие результаты при отделке деталей, изготовленных из железа, стали и чугуна, получаются от натирания поверхности порошком графита. Такое покрытие хорошо противостоит действию высокой температуры.

Поверхность деталей самодельных приборов и моделей, изготовленных из стали, дюралюминия и латуни, часто отделывают так называемыми «чешуйками». Вычистив поверхность детали до блеска мелкозернистой шкуркой, прошлифовывают ее пастой из молотого просеянного мела и воды.

На небольшую пробку наклеивают кружочек мелкозернистой наждачной шкурки или бумаги. Приложив пробку этим кружочком к поверхности детали, поворачивают ее вокруг оси на 180—200° (сила нажима определяется каждый раз пробой). На по-

верхности детали появляется кружочек, покрытый концентрически расположенными царапинами (рис. 43).

Сдвигая пробку каждый раз примерно на $^2/_3$ диаметра вправо или влево, наносят новые кружки. Закончив нанесение первого ряда, таким же образом наносят второй ряд кружков, сдвинув его по отношению к первому ряду тоже на $^2/_3$ диаметра пробки. Затем наносят третий ряд и т. д. Поверхность детали покрывается как бы чешуйками.

Покрытие чешуйками можно производить при помощи дрели или сверлильного станка. Для этого пробку со шкуркой насаживают на сверло, гвоздь или лучше на круглую палочку и закрепляют в патроне дрели или станка. Если мелкозернистой шкурки под руками не окажется, можно время от времени смачивать рабочую поверхность пробки скипидаром и посыпать затем мелкозернистым наждачным порошком (для этой цели можно воспользоваться и порошком, применяемым для чистки ножей и посуды).

После того как вся поверхность детали будет обработана, ее протирают мягкой суконкой. Хорошие результаты дает покрытие поверхности деталей прозрачным лаком для металла (например, цапоновым).

Чистка поверхности металлических деталей и инструментов. Простейший способ удаления ржавчины с поверхности стальных предметов — это двух- или трехкратное смазывание этих предметов керосином или погружение их в керосин на 30—40 минут. После такой обработки поверхность предметов протирают тряпочкой, слегка пропитанной вазелином.

Надежный способ удаления налета ржавчины с поверхности мелких стальных деталей приборов и стальных инструментов — протравливание предметов в насыщенном растворе хлористого цинка в дистиллированной воде. Предметы погружают в раствор на 9—10 часов, после чего тщательно промывают в проточной воде (например, под водопроводным краном), насухо вытирают

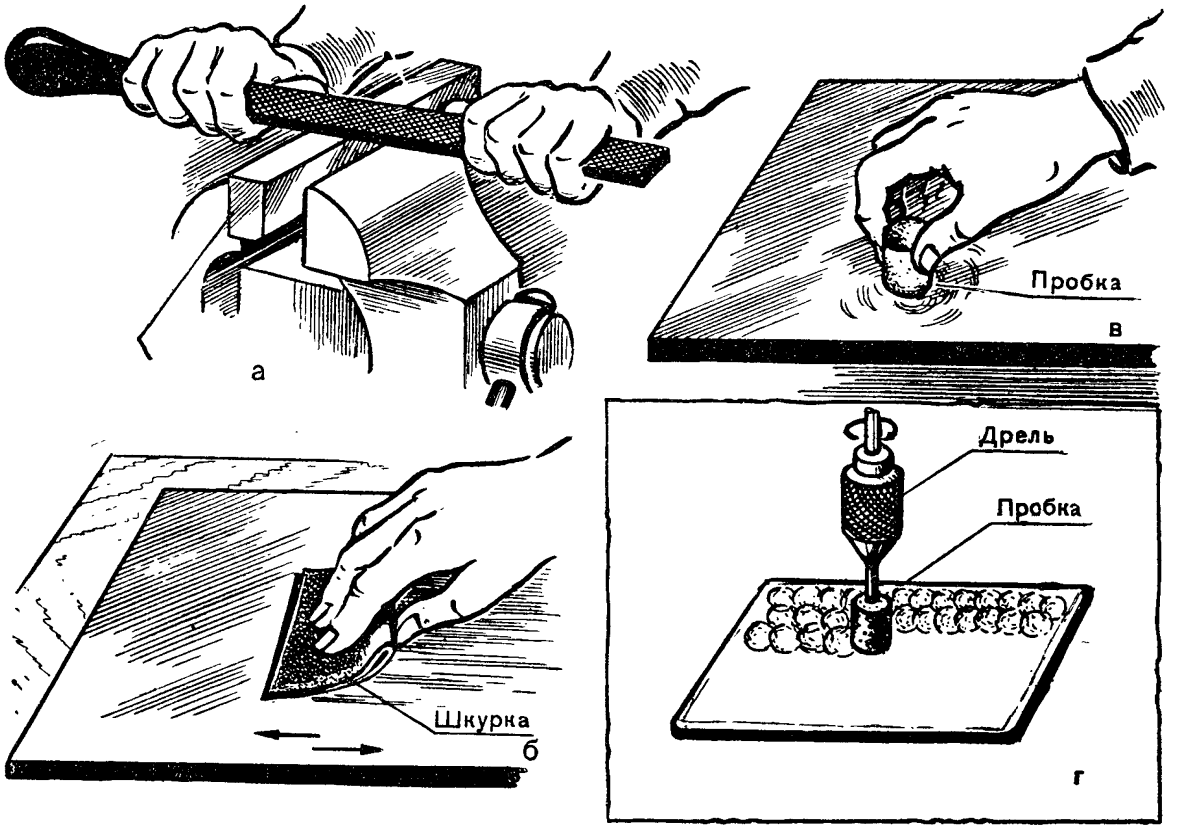


Рис. 43. Отделка поверхности изделий из металла:

а — шлифование напильником; *б* — шлифование шкуркой; *в* — шлифование наждачным порошком при помощи пробки; *г* — отделка чешуйками.

и высушивают. В результате такой обработки поверхность стальных предметов приобретает серебристо-белый цвет.

Для чистки поверхности медных, латунных и бронзовых деталей приборов и моделей можно воспользоваться специальной самодельной пастой. Такую пасту приготовляют по рецепту:

Опилки древесные мелкие . . . . . 1 часть
Уксус столовый (6 — 10%) . . . . . 8 частей
Мелкие отруби или мучные отходы — до получения тестообразной массы.

Хорошие результаты дает добавление в эту пасту небольшого количества талька в порошке.

Для чистки медных и латунных деталей приборов и моделей можно воспользоваться следующим простым составом:

Соль поваренная . . . . . 1 часть
Сыворотка молочная . . . . . 10 частей

Растворив соль в сыворотке, пропитывают этим раствором чистую тряпочку и натирают ею поверхность деталей или изделий. После этого детали тщательно, до блеска протирают мягкой сухой тряпкой и высушивают.

Для чистки деталей моделей и приборов, изготовленных из алюминия, хорошие результаты дает применение водного раствора буры (на 1 часть буры 100 частей воды). В этот раствор добавляют немного нашатырного спирта (5—6 капель на 1 *л* раствора), смачивают в нем чистую тряпочку и протирают ею алюминиевые детали. Через полчаса предметы насухо протирают чистой сухой суконкой.

ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА МЕТАЛЛОВ

Термическая обработка металлов и сплавов изменяет физические свойства металлов. Заключается она в том, что металл или сплав нагревают до определенной температуры, выдерживают при заданной температуре, а затем подвергают охлаждению.

В зависимости от температуры нагрева и режима охлаждения термическая обработка делится на следующие виды: отжиг, нормализация, закалка и отпуск.

Металлы и металлические изделия на производстве нагревают в специальных термических печах, ваннах и в кузнечных горнах. Так как в процессе термической обработки важное значение имеет непрерывное и точное определение температуры, до которой нагревается изделие, то термические печи и ванны снабжаются пирометрами — приборами для измерения высоких температур.

Если пирометров нет, температуру нагреваемой стали определяют на глаз, используя ее свойство окрашиваться в разные цвета в зависимости от температуры нагрева. Так, отшлифованная поверхность обыкновенной стали при нагревании на воздухе окрашивается в зависимости от температуры нагрева в разные цвета — от светлосоломенного до серого (см. таблицу). Эти цвета носят название цветов побежалости.

Цвета побежалости стали

Цвета побежалости	Температура нагрева в °С
Светлосоломенный	200
Светложелтый	225
Соломенножелтый	240
Коричнево-желтый	255
Краснокоричневый	265
Пурпурно-красный	275
Фиолетовый	285
Яркосиний	295
Светлосиний	310
Серый	325

При дальнейшем нагревании (выше 325—330°) сталь остается некоторое время темной, а начиная с температуры 500—530°, снова меняет свой цвет — появляются так называемые цвета каления (см. таблицу).

Цвета каления стали

Цвета каления	Температура нагрева в °С
Темнокоричневый	530—580
Коричнево-красный	580—650
Темнокрасный	650—730
Темновишнево-красный	730—770
Вишнево-красный	770—800
Светловишнево-красный	800—830
Светлокрасный	830—900
Оранжевый	900—1 050
Темножелтый	1 050—1 150
Светложелтый	1 150—1 250
Ослепительно белый	1 250—1 300

Отжиг стали производят для уменьшения ее твердости, затрудняющей обработку. Отжиг приводит также к уничтожению внут-

ренних напряжений, вызывающих при механической обработке появление трещин и коробление. В результате отжига улучшается структура стали, что способствует улучшению качества ее дальнейшей термической обработки.

При отжиге сталь нагревают до 740—850° (чем больше углерода содержит сталь, тем ниже температура отжига). После некоторой выдержки при этой температуре сталь в течение многих часов охлаждают.

Нормализация стали отличается от отжига более быстрым ее охлаждением на воздухе. В результате нормализации сталь приобретает более высокие механические свойства, чем после отжига.

Закалка придает стали высокую твердость. При закалке сталь нагревается до той же температуры, что и при отжиге, выдерживается некоторое время при этой температуре, а затем быстро охлаждается опусканием в холодную или теплую воду, машинное масло, нефть, раствор поваренной соли и другие охлаждающие жидкости.

В воде производят закалку инструментов, имеющих несложную форму и изготовленных из углеродистой инструментальной стали. В воде закаливают также изделия из углеродистой конструкционной стали. В горячей воде и в масле производят закалку пружин и других изделий, которые должны обладать высокой упругостью.

Мягкие стали, содержащие мало углерода, не закаливаются, то-есть не изменяют механических свойств при закалке.

Конструкционные и инструментальные углеродистые стали значительно увеличивают при закалке свою твердость, но становятся при этом хрупкими и обладают невысокими механическими свойствами.

Отпуск закаленной стали позволяет уничтожить или значительно уменьшить ее хрупкость, иными словами придать стали вязкость.

Для отпуска детали сталь нагревают до температуры от 150 до 680° (чаще всего — 220—300°), выдерживают при этой температуре и охлаждают в воде или масле (скорость охлаждения при отпуске на структуре углеродистых сталей не сказывается). Ниже в таблице приведены температуры закалки и отпуска для некоторых инструментов, изготовленных из углеродистой инструментальной стали.

Температура закалки и отпуска инструментов

Наименование инструмента	Температура		Охлаждающая жидкость
	закалки	отпуска	
Резцы токарные и строгальные, чертилки . . .	760—810	200	Вода
Метчики, плашки	760—810	210—275	»
Сверла	830	220—275	Масло
Зубила и крейцмейсели	810—820	240—300	Вода
Бородки	780—830	260	»
Молотки	780—830	250	»
Деревообрабатывающий инструмент	770—790	160—170	Вода, масло

ТОКАРНЫЕ СТАНКИ ПО ДЕРЕВУ И РАБОТА НА НИХ

Токарные станки по дереву используются в кружках юных техников для изготовления различных точеных изделий и деталей: валов, осей, небольших шкивов и колес, стоек для приборов, ручек для инструментов и т. д.

Для изготовления точеных изделий используется сухая, не сучковатая древесина различных пород, имеющая однородное строение, — береза, липа, бук, осина, клен.

Центровые токарные станки по дереву, которые используются в технических кружках, как правило, приводятся в действие электромоторами и, значительно реже, при помощи ножного привода (рис. 44, *а*, *б*).

Каждый токарный станок по дереву состоит из станины, передней бабки (со шпинделем, патроном и ступенчатым шкивным приводом), задней бабки с центром для поддержки обрабатываемой детали и подручника, служащего опорой для токарных резцов во время работы. Задняя бабка и подручник могут передвигаться вдоль по станине и в нужных местах прочно закрепляться специальными установочными винтами или болтами.

Обрабатываемая деталь устанавливается и зажимается в специальном патроне. В качестве такого патрона используют трезубцы, корончатые патроны, планшайбы, поводковые патроны, патроны-рюмки (горшки).

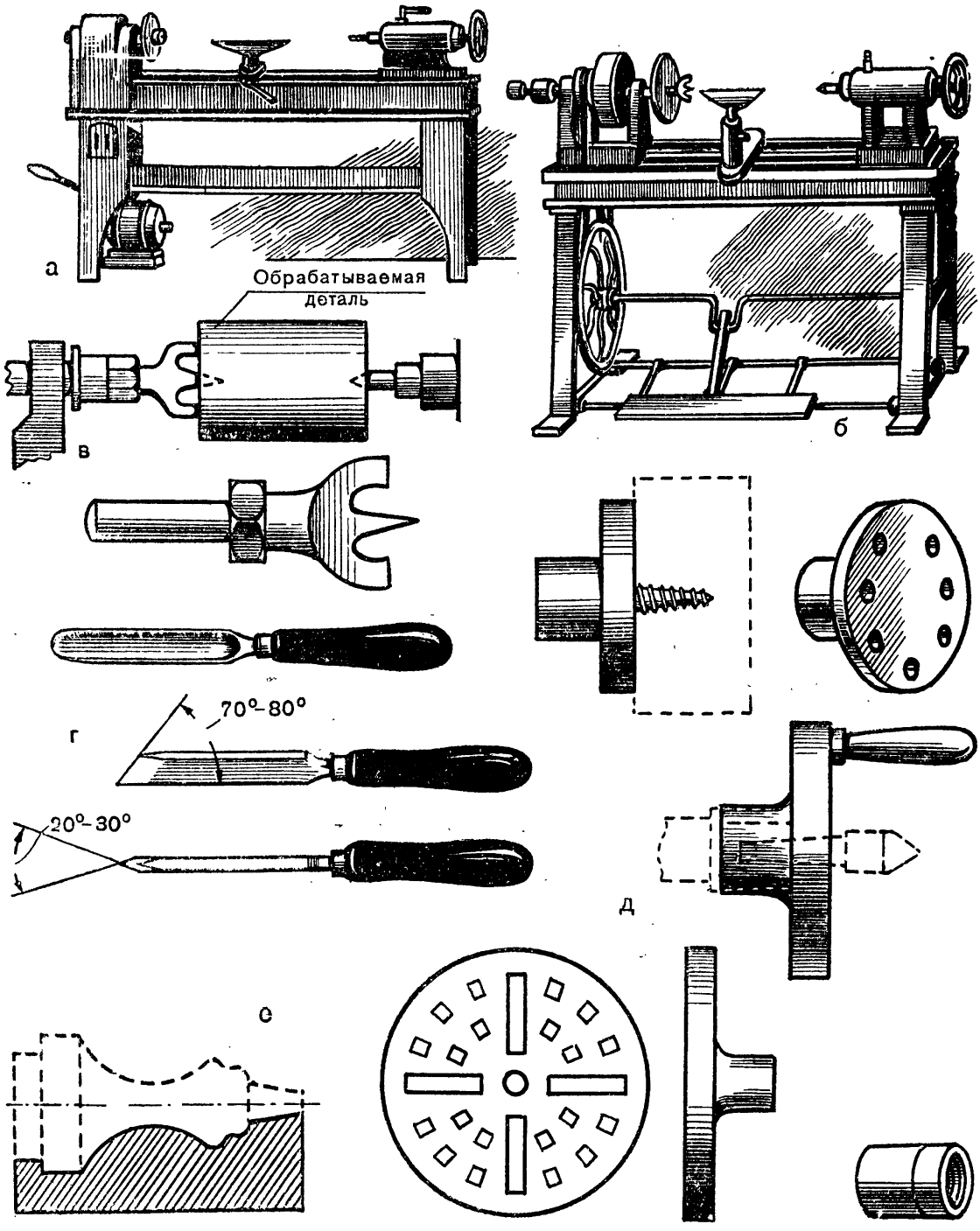
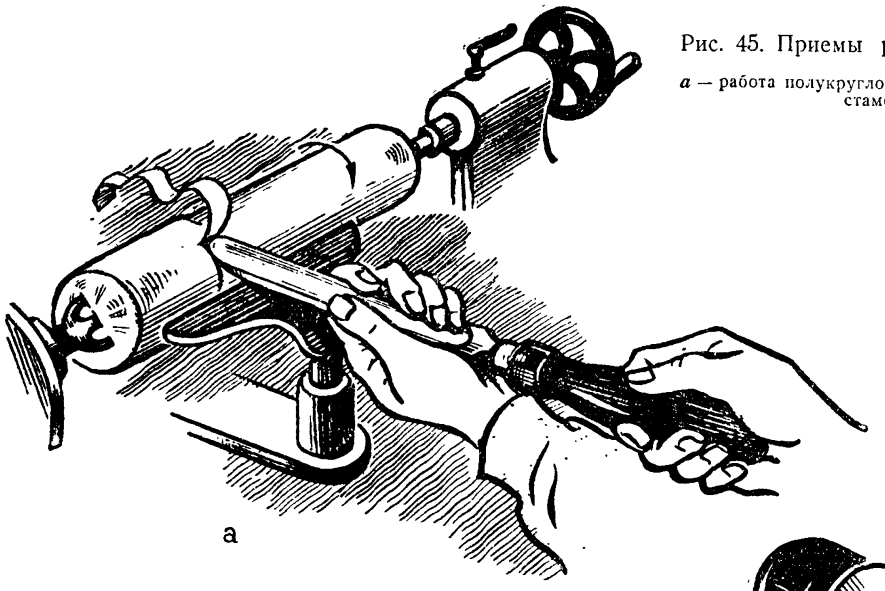


Рис. 44. Токарные работы по дереву:

а — токарный станок по дереву с электромотором; *б* — токарный станок по дереву с ножным приводом; *в* — положение обрабатываемой детали в центрах станка; *г* — токарные резцы (токарные стамески); *д* — различные виды патронов для закрепления деталей при обработке на токарном станке; *е* — использование шаблона при токарных работах.



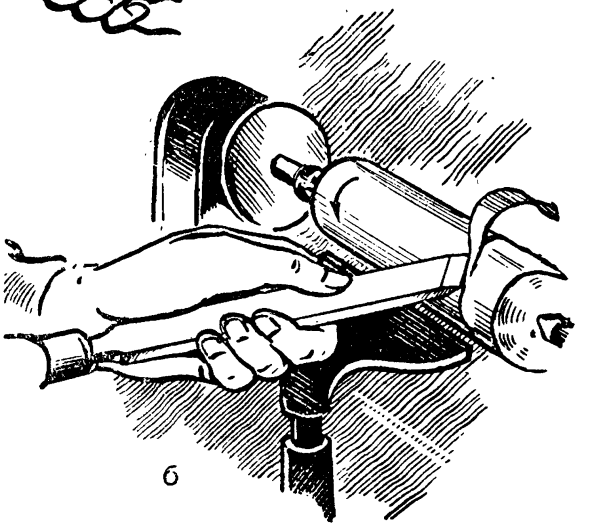


Рис. 45. Приемы работы на токарном станке:

а — работа полукруглой стамеской; *б* — работа плоской стамеской (косячком).

В тех случаях, когда деталь имеет небольшие размеры или должна быть обработана резцами с внутренней стороны, например при изготовлении стаканчика, она закрепляется только с одного конца. Для этой цели на передней бабке укрепляют патрон-планшайбу или патрон-рюмку. Патрон имеет специальное устройство, с помощью которого удерживается вращающаяся обрабатываемая деталь.

Чаще всего обработку заготовок делают, закрепляя деталь в двух центрах. Второй центр укрепляют на задней бабке. Он перемещается в горизонтальном направлении и при этом зажимает и поддерживает обрабатываемую деталь.

После того как заготовка надежно укреплена в центрах или планшайбе, к ней придвигают подручник и укрепляют его горизонтальную полочку параллельно оси вращения заготовки и так, чтобы ее верх находился примерно на высоте центров. Закрепив подручник на станине и убедившись, что заготовка при вращении не задевает за него, включают станок. На подручник кладут резец и, удерживая его двумя руками (рис. 45), подводят лезвие резца к вращающейся заготовке. Резец снимает при этом стружку. Постепенно, ведя резец с одним и тем же наклоном вдоль подручника, можно обточить всю заготовку, придав ей цилиндрическую форму.

Для первоначальной, черновой обработки заготовки применяют полукруглые резцы (рейеры) разной ширины, а для чистовой обработки — плоский резец со скошенным лезвием, заточенным с двух сторон (на две фаски). Этот резец обычно называют косячком.

Для различных по форме выточек применяют фасонные резцы.

Все токарные резцы, или, как их еще называют, токарные стамески, насаживают на длинные (200—300 *мм*) ручки.

Токарные резцы необходимо часто затачивать и править: чем острее резец, тем легче им работать и тем лучше, ровнее получается обработанная поверхность.

В случае необходимости обтачиваемому изделию можно придать тот или иной профиль. Проверку правильности вытачиваемого профиля производят с помощью заранее заготовленных шаблонов (рис. 44, *е*).

Поверхность выточенной детали шлифуют

напильником и стеклянной шкуркой. Делать это можно непосредственно в станке, на ходу. Шкурку рекомендуется обернуть вокруг какого-либо стержня — деревянного брусочка, палки и т. п.

Изделия, выточенные на токарном станке, часто сразу же, в станке, на ходу окрашивают, лакируют и даже полируют.

При работах на токарном станке по дереву необходимо соблюдать правила техники безопасности. Все движущиеся части станка должны быть надежно ограждены, а подвижные части станка прочно закреплены в нужных положениях.

Крепление обрабатываемых заготовок в центрах должно быть надежным. Необходимо, чтобы заготовки, склеенные из нескольких частей, были прочно склеены. Токарные резцы должны иметь прочные ручки.

РАБОТА НА СВЕРЛИЛЬНЫХ СТАНКАХ

Часто для сверления юные техники пользуются электрическими дрелями и небольшими, обычно настольными, вертикальными одношпиндельными сверлильными станками.

Сверлильные станки сообщают сверлу вращение вокруг его оси и поступательное движение вдоль нее.

На рисунке 46 показан небольшой настольный сверлильный станок с электромотором. Этот станок применяется для сверления мелких отверстий диаметром до 10—12 *мм* и, таким образом, вполне пригоден в кружке, где редко приходится сверлить отверстия больших диаметров.

Сверло укрепляют в патроне, который, в свою очередь, при помощи хвостовика удерживается на нижнем конце шпинделя.

Подачу сверла при сверлении производят вручную с помощью специальной рукоятки.

Обрабатываемые детали прочно закрепляют на столике станка при помощи специальных станочных тисков, имеющих приспособление для их установки на станке. При сверлении отверстий небольших диаметров и на небольшую глубину детали можно удерживать при помощи ручных тисков.

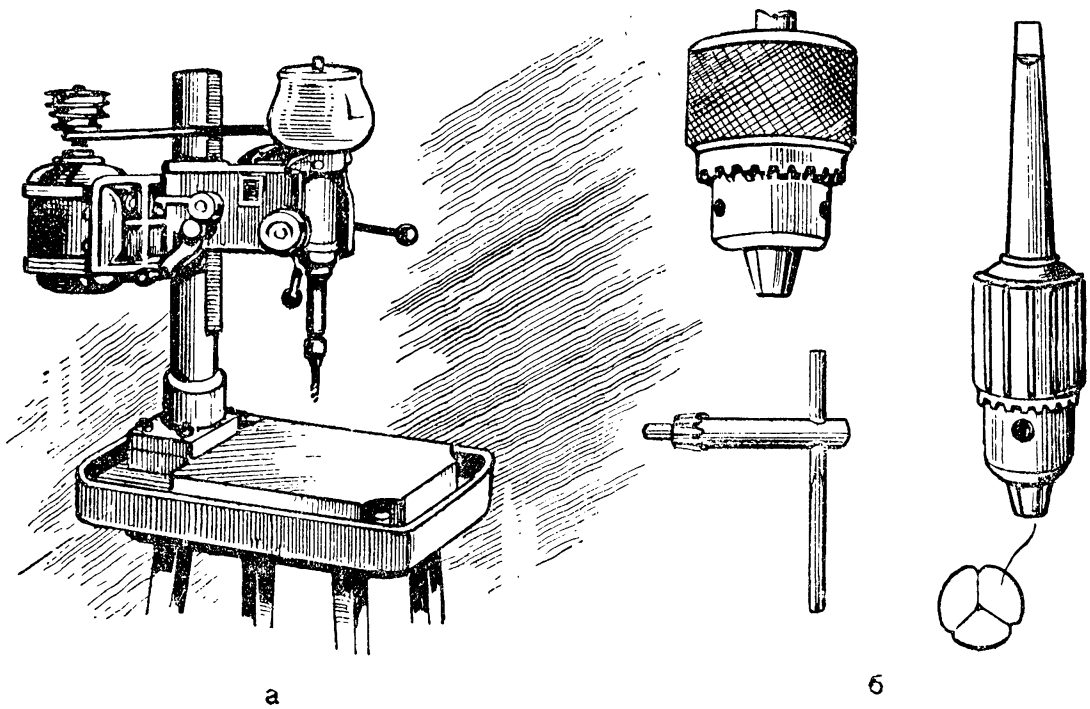


Рис. 46. Настольный сверлильный станок:

а — общий вид станка; *б* — детали станка.

ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ

В кружках юных техников применяются разнообразные электроинструменты. Инструменты, выпускаемые в настоящее время промышленностью, снабжаются, помимо паспортов, краткими инструкциями. Инструкции содержат общие описания инструментов, указания по работе с ними и уходу, а также правила техники безопасности. Руководителю кружка необходимо тщательно знакомиться с этими инструкциями и, в свою очередь, практически инструктировать юных техников.

По правилам техники безопасности для переносных электроинструментов можно использовать электрический ток напряжением не выше 220 *в*. Поэтому промышленностью выпускаются электроинструменты с асинхронными электродвигателями трехфазного тока, рассчитанные на напряжение 220/127 *в*, или с универсальными коллекторными электродвигателями однофазного тока, одинаково пригодными для работы от постоянного тока на напряжение 220 и 120 *в*. Некоторые типы инструментов изготовляются на напряжение 36 *в*.

Электроинструменты, как правило, рассчитаны на повторно-кратковременный режим работы, который гарантирует инструмент от перегрева и выхода его из строя.

Практически нагрев электроинструмента считается допустимым, если на его корпусе можно в течение длительного времени держать ладонь руки. Если температура нагрева высокая, необходимо периодически выключать инструмент для его охлаждения.

Нельзя допускать работу инструмента с перегрузкой против нормы. При работе с электроинструментом необходимо следить за тем, чтобы изоляция токоподводящего шнура была в исправности и чтобы он не перекручивался и не зажимался какими-либо предметами.

Окончив работы, электроинструменты отключают от сети электрического тока, тщательно очищают и протирают все ржавеющие части слегка промасленной тряпкой (оболочку проводов — сухой тряпкой). Хранят электроинструменты смазанными в сухом, отапливаемом зимою помещении при постоянной температуре.

При работе с электроинструментами необходимо строго соблюдать следующие основные правила техники безопасности:

1. Включать и выключать мотор электроинструмента должен только один человек, производящий работу этим инструментом.

2. Во время перерыва в работе мотор выключается. Закрепление и изменение положения рабочих инструментов, мелкие исправления производят только при выключенном моторе. Ремонт электроинструмента и его смазку также производят при выключенном моторе и отсоединенном от сети проводе.

3. Корпус электроинструмента во время работы должен обязательно заземляться. Такое заземление осуществляют специальным проводником, присоединяемым одним концом к корпусу электроинструмента, а другим к тому или иному заземлителю, например к металлическим трубам водопроводной сети или отопительной системы.

4. В электроинструментах, снабженных трехжильным проводом, в качестве заземляющего провода используется одна из жил, имеющая изоляцию с отличительной окраской.

5. В тех случаях, когда электрическая сеть выполнена в четырехпроводной системе с заземленным нейтральным проводом, корпуса электроинструментов не заземляют, а присоединяют к нулевому проводу электросети (зануление).

Схема заземления и ее выполнение проверяются специалистами.

На рисунке 47, *а* показана электродрель (модель «И-38»), применяемая для сверления отверстий в металле диаметром до 15 *мм*. Но она используется и для сверления других материалов. При работе этой дрелью обычно применяют сверла с коническими хвостовиками или на специальном хвостовике вставляют в шпиндель дрели патрон, в котором, в свою очередь, закрепляют обычные сверла.

Эта дрель может быть использована не только для сверления отверстий, но и для очистки поверхности стальной проволочной щеткой, шлифования, полирования и т. п. С этой целью в шпиндель электродрели вставляют вместо сверла соответствующий рабочий инструмент. Закрепив дрель на специальном самодельном штативе, получают полустационарный настольный сверлильный станочек.

Малая электродрель применяется для сверления небольших отверстий обычно до 6 *мм*. Благодаря своему малому весу она очень удобна для работ юных техников.

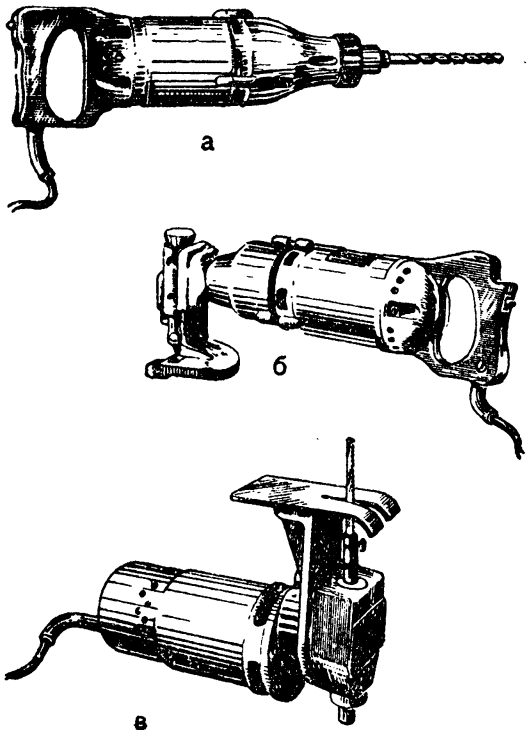


Рис. 47. Электрифицированные инструменты:

а — электросверлилка (электродрель); *б* — виброножницы для резки листового металла; *в* — электролобзик.

На рисунке 47, *в* показан электролобзик, который охотно используется во многих технических кружках для выпиливания из фанеры и тонких досок (до 10—12 *мм*). Обычно такой электролобзик превращают в стационарный лобзиковый станочек, закрепляя его корпус в зажимах верстака или монтируя его на специальной достаточно массивной и прочной подставке.

Пилки электролобзика (в комплекте их три, разной ширины) закрепляются одним концом в специальном зажиме. В случае необходимости для такого лобзика легко изготовляются самодельные пилки.

Очень удобны для работы с листовым металлом показанные на рисунке электрические виброножницы. Они применяются для резания листовых металлов — стали, латуни, алюминия, дюраля, цинка и других.

Кроме перечисленных станков и электроинструментов, необходимо упомянуть станки и инструменты, широко используемые во многих технических кружках исключительно для работы руководителей. Наличие в распоряжении руководителя кружка небольшой круглой (циркульной) пилы, небольшого строгального фуговального станка или электрорубанка позволяет ему быстро и легко производить заготовку необходимых для занятий кружка материалов и полуфабрикатов: распиловку и строгание досок, брусков и реек. По соображениям техники безопасности использование таких станков и инструментов юными техниками нужно категорически и безоговорочно запрещать.

Основное назначение круглой электрической пилы (такие пилы часто называют циркульными или дисковыми) — прямолинейная продольная и поперечная распиловка древесины. Наличие направляющей линейки и подвижной каретки дает возможность производить распиловку досок, брусков и реек одинаковых размеров, не затрачивая время на предварительную разметку. Конструкция каретки такова, что распиловку можно производить под любым заданным углом.

Для подачи материала в заключительный момент продольной распиловки необходимо пользоваться толкателем (рис. 48).

Из круглых (дисковых) пил наибольшее распространение в кружках юных техников получили ручные редукторные и безредукторные электропилы, которые часто превращают в небольшие стационарные станочки, укрепляя их в самодельных деревянных или металлических станинах.

Диск пилы должен быть укреплен и вращаться в плоскости, перпендикулярной оси вращения рабочего вала (шпинделя) станка.

Боковые поверхности диска делаются гладкими, а зубья хорошо выточенными и правильно разведенными. Вершины всех зубьев пильного диска располагаются на окружности, центр которой совпадает с осью вращения (осью рабочего вала).

Зубья пилы при пилении попадают в пропил сверху вниз.

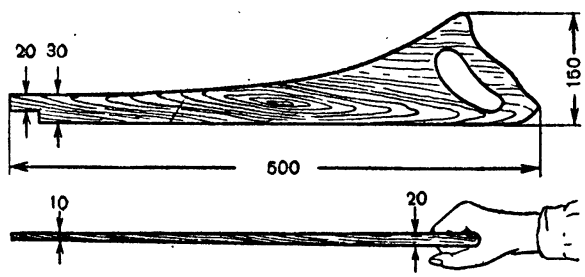


Рис. 48. Толкатель, применяемый при распиловке на круглой (циркульной) пиле и при строгании на фуговальном станке.

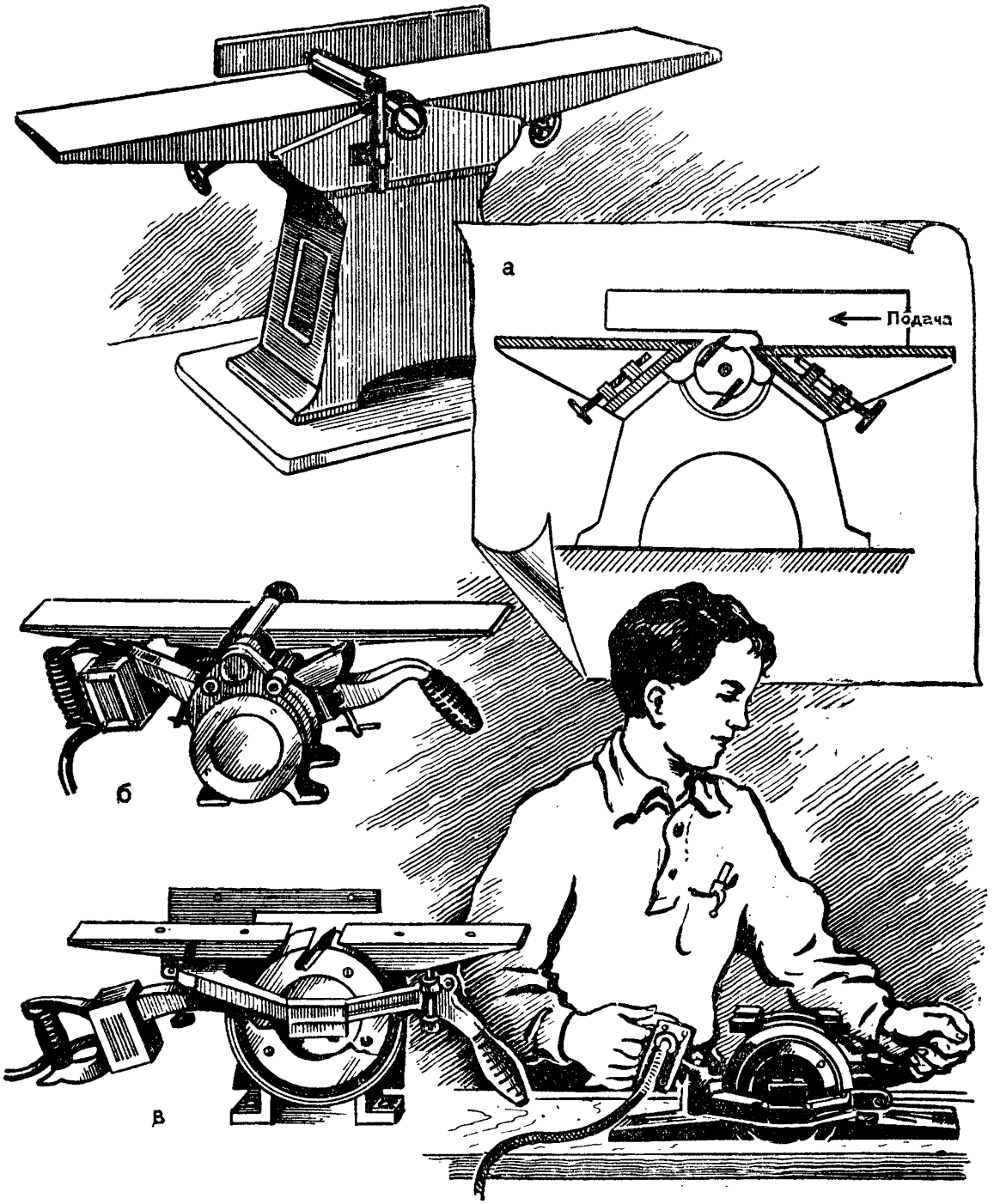


Рис. 49. Механизация строгания древесины:

а — фуговальный станок; *б* — электрорубанок редукторный; *в* — электрорубанок безредукторный. Внизу справа — использование электрорубанка в качестве ручного инструмента.

Для предупреждения несчастных случаев дисковые электропилы снабжаются защитным кожухом, закрывающим пильный диск во время работы.

Основной рабочей частью фуговального (или фуговочного) станка и электрорубанка (рис. 49) является вал с укрепленными на нем ножами, имеющими так же, как железки обычных рубанков, одностороннюю заточку.

Распространены два типа электрорубанков. В одном из них электромотор при помощи редуктора приводит во вращение ножевой вал, на котором укреплено два ножа.

В электрорубанках второго типа четыре ножа укреплены по образующим вращающегося полого цилиндра, который служит ротором электромотора (неподвижный статор помещен внутри). Отсутствие редуктора и ножевого вала, сравнительно большой диаметр ротора, на котором укреплены ножи, и большее число ножей упрощают конструкцию электрорубанка, делают его более прочным и удобным в работе.

Такая конструкция электрорубанков позволяет использовать их не только в качестве ручных электрифицированных инструментов, но и превращать, в случае необходимости, в стационарные строгальные станочки которые укрепляют на столе.

При строгании на станках заготовок и деталей малой длины и толщины необходимо для подачи материала пользоваться специальными колодками — толкателями (рис. 48).

ТОКАРНЫЕ СТАНКИ ПО МЕТАЛЛУ

Все токарные станки, простые и сложные, большие и небольшие, имеют некоторые общие по назначению и конструкции узлы и детали.

Во всех токарных станках (рис. 50) имеется станина, на которой монтируются передняя и задняя бабки (последняя может передвигаться вдоль станины и закрепляться на ней в нужных местах). Обе бабки служат для поддержания обрабатываемой детали, а передняя, кроме того, и для передачи этой детали вращательного движения от двигателя. Смонтированная в передней бабке коробка скоростей дает возможность изменять в известных пределах скорости вращения шпинделя, а вместе с ним и детали.

Коробка подач в токарно-винторезных станках служит для передачи вращения ходовому винту или ходовому валу и для изменения скорости их вращения. Так, например, в коробке подач станка «1А62» (завода «Красный пролетарий») можно получить 72 подачи.

Для преобразования вращательного движения ходового вала или ходового винта в продольное или поперечное механическое движение супорта служит фартук.

Супорт, несущий на себе резцедержатель, служит для перемещения резца в разных направлениях (продольном, поперечном и наклонном). Основание супорта, так называемая каретка, может передвигаться вдоль по станине и имеет приспособление для закрепления супорта в нужном месте.

Для обтачивания детали она закрепляется в центрах или в патроне, а при длинных и сравнительно тонких деталях — в патроне и заднем центре.

В обыкновенном токарном станке обрабатываемая деталь вращается около горизонтальной оси, параллельной продольной оси самого станка, и в то же время обрабатывается резцом, который медленно движется (или, как говорят токари, подается), снимая с изделия стружку (рис. 51).

В тех случаях, когда движение резца совершается в направлении, параллельном оси вращения обрабатываемой детали или под небольшим углом к ней, подачу называют продольной.

Когда резец подается перпендикулярно оси детали, подача называется поперечной.

При продольной подаче, производимой точно параллельно оси вращения детали, поверхность изделия приобретает форму кругового цилиндра, почему такую обточку называют цилиндрической или круглой. При перемещении резца под некоторым углом к оси детали поверхность последней обтачивается на конус. Такую обточку называют конической. При поперечной подаче резца обточка называется поперечной или лобовой.

Обработка на токарном станке внутренней поверхности детали называется расточкой. Расточка может быть, так же как и наружная обработка, цилиндрической, конической и лобовой.

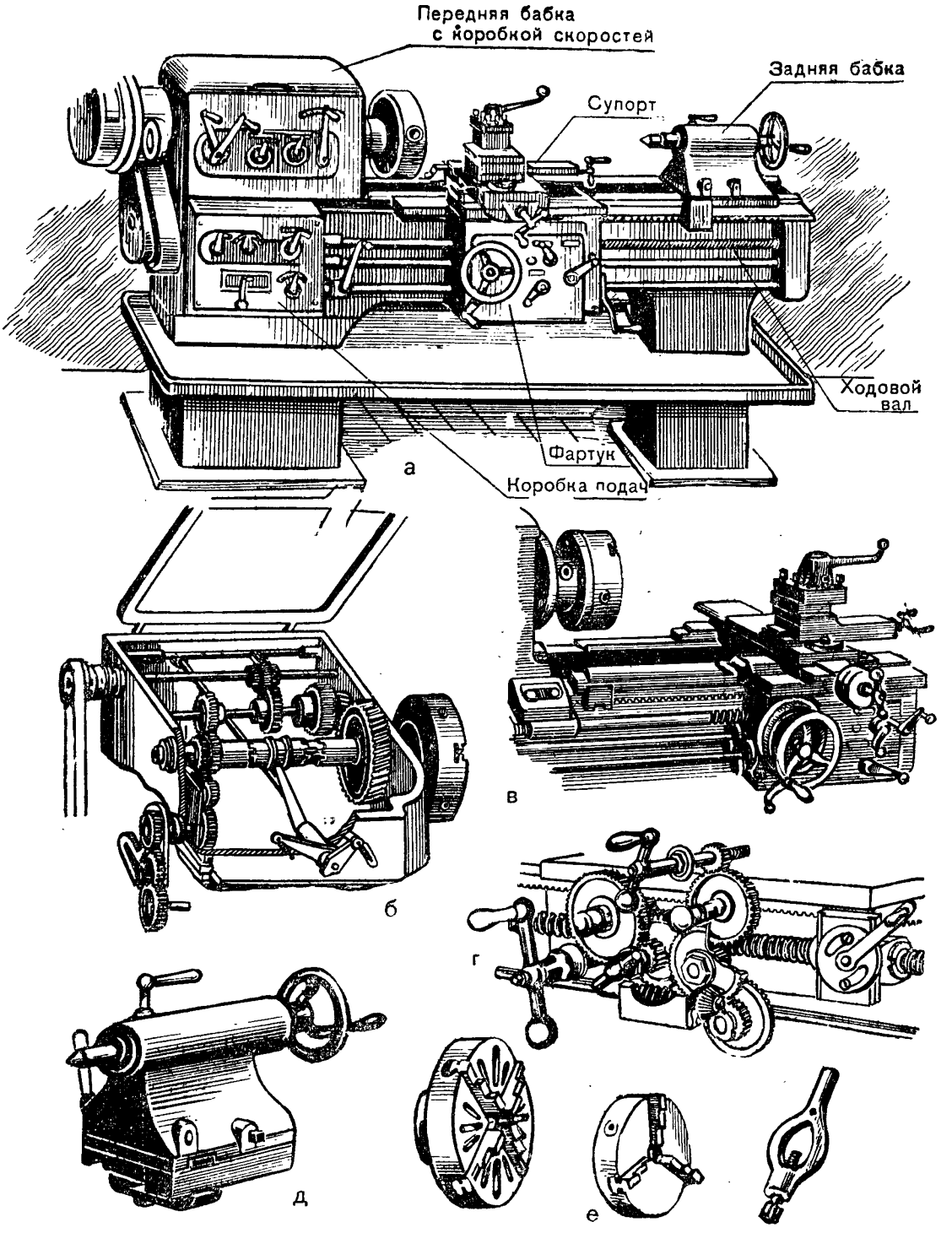


Рис. 50. Токарно-винторезный станок:

а — общий вид; *б* — коробка скоростей; *в* — задняя бабка; *г* — супорт; *д* — фартук; *е* — патроны (слева направо): четырехкулачковый, трехкулачковый и поводковый.

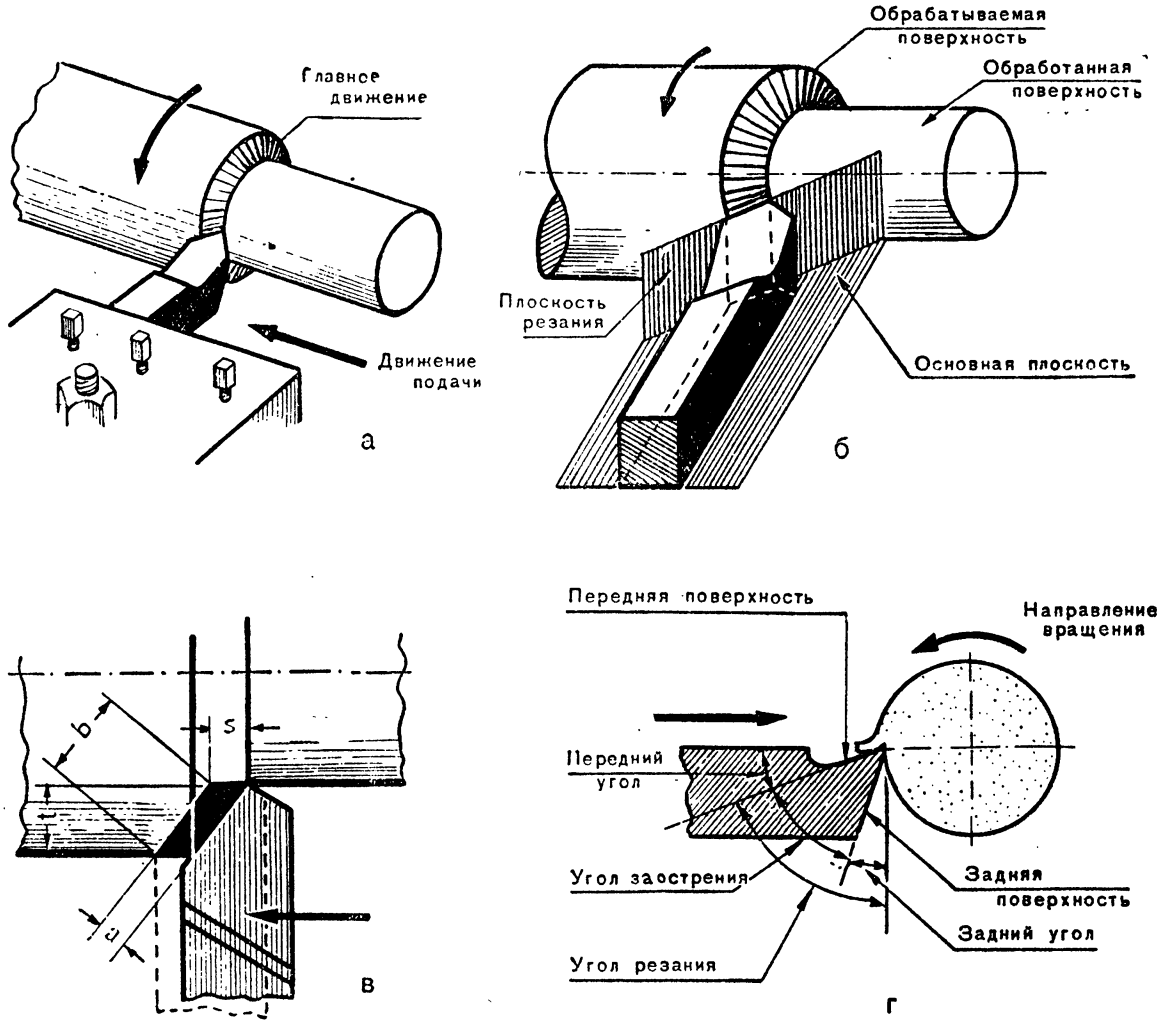


Рис. 51. Схема работы токарного резца:

а — главное движение (то-есть движение обрабатываемой детали) и движение подачи; *б* — поверхности и плоскости в процессе обработки детали на токарном станке; *в* — глубина резания *(t)*, ширина стружки *(b)*, толщина стружки *(a)* и подача *(s)*; *г* — схема работы резца при поперечной подаче (то-есть подаче по направлению к оси вращения детали).

На токарном станке можно сверлить отверстия и нарезать резьбу. За последние годы в нашей стране получило широкое распространение скоростное и силовое резание металлов, значительно повышающее производительность труда. При этом используются резцы специальных конструкций из особых, весьма стойких сплавов.

Токарные резцы — рабочие инструменты, при помощи которых производится обработка (резание) металла на токарных станках.

Изготовляются токарные резцы из углеродистых и быстрорежущих сталей, твердых сплавов и термокорундов. Резцы из углеродистой стали в настоящее время почти вышли из употребления из-за низкой теплостойкости. Постепенно сокращается применение резцов и из быстрорежущих сталей.

Основным материалом для изготовления токарных резцов являются твердые сплавы различных марок, например термокорунд — неметаллический материал, похожий по внешнему виду на фарфор и состоящий в основном из доведенной до спекания окиси алюминия.

Каждый резец состоит из рабочей части, или головки, и тела, или стержня, которое служит для закрепления резца во время работы в супорте, или державке.

Обычно быстрорежущие резцы в целях

экономии делают составными: головку резца или даже часть его головки — небольшую пластинку — из быстрорежущей стали, а стержень — из углеродистой.

Углеродистые и небольшие по размерам поперечного сечения быстрорежущие резцы изготовляют цельными, то-есть из одного куска стали.

В зависимости от вида выполняемой работы различают следующие основные типы токарных резцов: проходные, подрезные, расточные, прорезные, отрезные, резьбовые, фасонные и галтельные.

Проходные резцы применяют для наружного точения деталей с продольной подачей.

Для предварительной (черновой) обработки заготовок применяют обдирочные, или черновые, проходные резцы (рис. 52). На поверхности деталей, обработанных такими резцами, остаются заметные на глаз и на ощупь следы обработки.

Для окончательной (чистовой) обработки деталей применяют чистовые проходные резцы (рис. 52).

Все резцы подразделяются также по направлению подачи — на правые и левые. Правые резцы имеют главную режущую кромку слева и работают при подаче справа налево (от задней бабки станка к передней). У левых резцов главная режущая кромка расположена справа, и работают они при подаче слева направо.

По форме или расположению головки резцы подразделяют на прямые и отогнутые. У прямых резцов ось представляет в плане прямую линию, а у отогнутых головка повернута так, что ось резца имеет изгиб вправо или влево.

В зависимости от характера выполняемой работы, материала обрабатываемой детали, материала резца, режима резания и других условий определяется наивыгоднейшая форма, или, как часто говорят, геометрия, резца. Геометрия резца характеризуется передним, задним углами и углами резания и заострения.

Все перечисленные углы измеряют в главной секущей плоскости, перпендикулярной к проекции главной режущей кромки на основную плоскость. Плоскость резания проходит через режущую кромку перпендикулярно основной плоскости.

Кроме перечисленных углов, геометрия резца характеризуется еще и углами, образуемыми в иной плоскости. Это вспомогательный задний угол, главный угол в плане, вспомогательный угол в плане и угол наклона главной режущей кромки.

Для определения углов резца важно уметь определять положение основной плоскости и плоскости резания (на рисунке эти плоскости заштрихованы).

Основная плоскость — плоскость, параллельная направлениям продольной и поперечной подач (или, иначе говоря, направлениям движения резца). Для токарных резцов, имеющих стержни призматической формы, за основную плоскость обычно принимают плоскость, совпадающую с нижней опорной плоскостью резца.

Плоскость, касательная к поверхности резания и проходящая через режущую кромку резца, называют плоскостью резания.

Скорость резания (V) — длина пути, проходимого в процессе работы какой-либо точкой обрабатываемой поверхности детали в одну минуту. Скорость резания и связанное с нею число оборотов обрабатываемой детали в одну минуту определяют по формуле:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \text{ м/мин},$$

где: V — скорость резания в *м/мин*; D — диаметр обрабатываемой детали в *мм*; n — число оборотов детали в минуту.

Скорость резания, допускаемая для данного резца, зависит от многих факторов: материала обрабатываемой детали, материала и стойкости резца, от углов резца, его размеров и формы, глубины резания, подачи, охлаждения и других.

Так, например, при работе резцом из быстрорежущей стали без охлаждения рекомендуемая скорость резания при обработке деталей из твердой стали равна 20 *м/мин*, при обработке латуни — 110 *м/мин*, а при обработке деталей из алюминиевых сплавов — 250 *м/мин*.

Глубина резания (t) — расстояние, измеряемое в миллиметрах между обрабатываемой и обработанной поверхностями, перпендикулярно последней (рис. 51).

Подачей (s) называют выражаемую в миллиметрах величину перемещения резца за один оборот обрабатываемой детали (рис. 51).

Заточку токарных резцов производят на шлифовальных кругах с непрерывным и обильным охлаждением. Сначала затачивают заднюю главную поверхность, затем заднюю вспомогательную. После этого точат переднюю поверхность резца так, чтобы

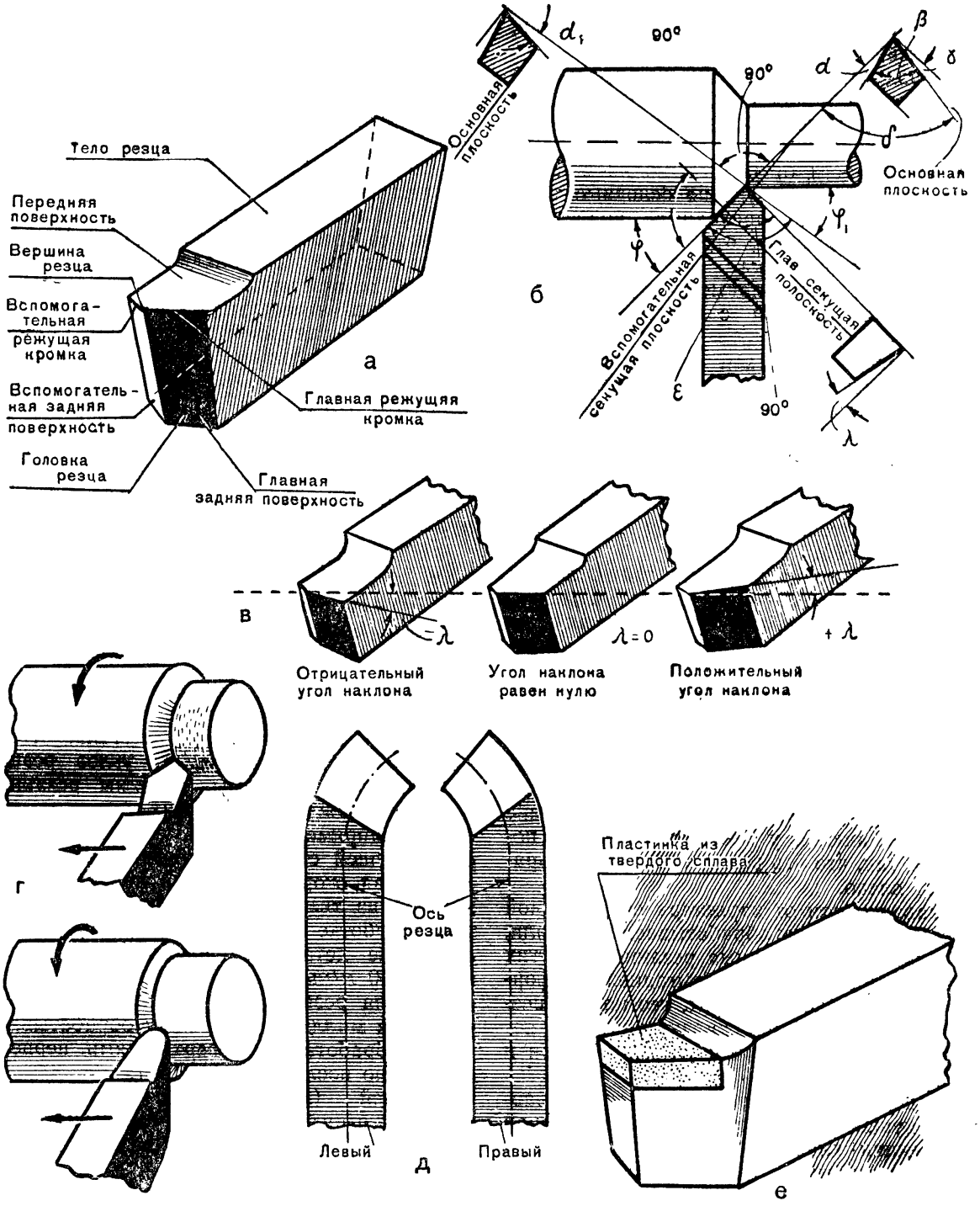


Рис. 52. Токарные резцы:

а — основные части и элементы резца; *б* — основные углы, характеризующие геометрию резца; *в* — угол наклона главной режущей кромки резца; *г*—проходные резцы (вверху — обдирочный, внизу—чистовой); *д* — отогнутые резцы, левый и правый; *е* — резец с твердосплавной пластинкой.

образовалась ровная режущая кромка. Правильность заточки резцов контролируют специальными шаблонами.

Токарным работам по металлу юные техники должны учиться сначала на небольших настольных токарных станках простой конструкции; причем необходимо твердо соблюдать строгую последовательность в освоении рабочих приемов и основных видов токарных работ. Как показывает опыт, большую пользу юным техникам приносит предварительное освоение работ на токарном станке по дереву и сверлильном станке.

Руководителю нужно неослабно следить за работой юных техников на станке: за креплением обрабатываемой детали, установкой супорта, выбором, установкой и креплением резцов, скоростями резания, толщиной снимаемой стружки и т. п.

При работе на токарно-винторезном станке необходимо настойчиво вырабатывать у юных техников привычку каждый раз перед пуском станка проверять, свободно ли движется супорт: при несоблюдении этого правила возможны очень серьезные поломки станка.

Юные техники, допускаемые руководителем к работе на станках, должны быть тщательно проинструктированы и работать под контролем руководителя.

РАБОТА С ПЛАСТИЧЕСКИМИ МАССАМИ

Пластическими массами, или, сокращенно, пластмассами, пластиками, называют сложные по своему составу и химической структуре материалы, основой которых служат органические соединения — природные и искусственные смолы, эфиры, целлюлоза, белковые вещества, битумы, асфальт. В состав пластмасс входят также различные наполнители, пластификаторы и красители.

Наполнители для пластических масс могут быть порошкообразными (древесная мука, молотые тальк, мрамор и графит, сульфитная целлюлоза и др.) и волокнистыми (очесы хлопка, обрезки волокнистых материалов — ткани, бумаги, древесного шпона и пр.). Пластификаторы вводятся в состав пластических масс для увеличения пластичности.

Пластические массы получили большое распространение в качестве конструкционного, электротехнического и отделочного материала в различных отраслях промышленности, сельского хозяйства, транспорта. Широко применяются пластмассы и для изготовления различных предметов домашнего обихода.

В зависимости от назначения разные пластмассы обладают различными свойствами и техническими достоинствами.

Пластические массы имеют сравнительно небольшой удельный вес (от 1,0 до 2,0, реже до 2,5 *г/см*^{3}).

Удельный вес пенопластов — очень легких пластических масс — составляет 0,02 — 0,5 *г/см*^{3}.

Многие пластики имеют высокую твердость, приближающуюся к твердости металлов. Большое применение находят пластмассы, обладающие значительной технической прочностью, то-есть сравнительно высоким сопротивлением сжатию, разрыву, изгибу и кручению. Такие пластмассы используют в качестве заменителей металлов. Так, например, текстолит в настоящее время часто применяется для изготовления шестерен, шкивов и вкладышей подшипников, подкладок и других деталей.

Многие пластические массы обладают высокой стойкостью против коррозии, хорошо сопротивляются действию кислот, щелочей, бензина, керосина и минеральных масел, а также действию воды, света, пониженной температуры.

Все пластические массы являются хорошими электроизоляторами и поэтому широко применяются в электротехнике и радиотехнике.

Пенопласты, имеющие большую пористость, обладают высокими теплоизоляционными и звукоизоляционными свойствами.

Некоторые пластические массы отличаются высокой прозрачностью. Так, например, органическое стекло (его называют также акрилатом или плексигласом) прозрачно даже в толстых слоях (прозрачность органического стекла 91—92%).

Пластические массы окрашиваются в различные цвета и широко используются в качестве отделочных материалов.

Детали из пластических масс изготовляют прессованием, штамповкой, литьем под давлением, механической обработкой на станках и вручную. На рисунке 53 показаны некоторые изделия и детали, изготовленные из пластических масс.

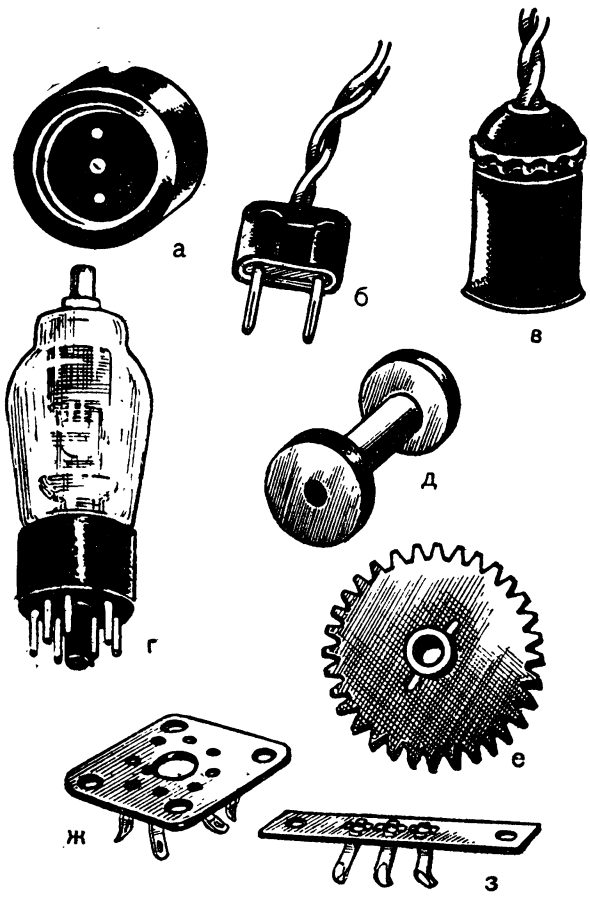


Рис. 53. Образцы изделий из пластических масс:

а, б, в — изделия из карболита; *г* — радиолампы с цоколем из карболита; *д* — катушка из эбонита; *е* — шестеренка из текстолита; *ж, з* — панельки из гетинакса.

Из различных пластических масс в работах юных техников наибольшее применение находят: текстолит, гетинакс, эбонит, целлулоид и органическое стекло.

Текстолит — пластическая масса, состоящая из хлопчатобумажной ткани, пропитанной резольной смолой, уложенной слоями и спрессованной под большим давлением в листы, плиты, круглые болванки и т. п.

Текстолит обладает высокой механической прочностью, хорошими фрикционными свойствами, малогигроскопичен. Из текстолита изготовляют втулки, бесшумные зубчатые колеса, антифрикционные вкладыши для подшипников и другие детали.

Текстолит можно пилить и сверлить обычными инструментами, точить на токарном станке. Склеивают детали из текстолита карбинольными клеями, бакелитом и клеем ВИАМ Б-3.

Гетинакс представляет собою пластик, состоящий из пропитанных особой смолой и спрессованных листов бумаги. Гетинакс обладает высокой твердостью и прочностью на сжатие и статический изгиб. Обработка гетинакса такая же, как и текстолита.

Применяют гетинакс для изготовления силовых панелей, плит, зубчатых колес, прокладок. Так как гетинакс обладает низкой электропроводностью, его используют в качестве электроизолятора в электротехнике и радиотехнике.

Эбонит — твердая пластическая масса черного цвета. Получается нагреванием (вулканизацией) каучука с сажей и серой. Хорошо сопротивляется действию кислот, нефти, керосина и других растворителей.

Эбонит — прекрасный электроизоляционный материал, применяется для изготовления различных деталей в электротехнике.

Эбонит можно резать ножовкой, сверлить, точить на токарном станке, опиливать напильниками. В нагретом состоянии листы эбонита можно гнуть и штамповать; это свойство эбонита используют юные техники для изготовления разных деталей — ванночек, панелей и т. п.

Органическое стекло (плексиглас или акрилат) за последние годы стало применяться повсеместно для различных целей. Его используют для остекления кабин самолетов и для изготовления небьющихся стекол для часов и прозрачных линз для телевизоров. Из прозрачного и цветного органического стекла делают посуду, пуговицы, дамские брошки.

Юные техники применяют органическое стекло для изготовления оснований, панелей и экранов для приборов и моделей, а также отдельных деталей различных приборов. Очень хорошие результаты дает применение прозрачного и цветного органического стекла для моделей геометрических тел, пособий по стереометрии и черчению, письменных приборов, шкатулок, полочек и других поделок (рис. 54 *а, б, в, г, д*).

Органическое стекло выпускается в виде прозрачных и непрозрачных, цветных и бесцветных листов толщиною от 2 до 30 и более миллиметров.

В отличие от целлулоида органическое стекло почти не желтеет под действием солнечного света и не огнеопасно (воспламеняемость его примерно такая же, как и у древесины).

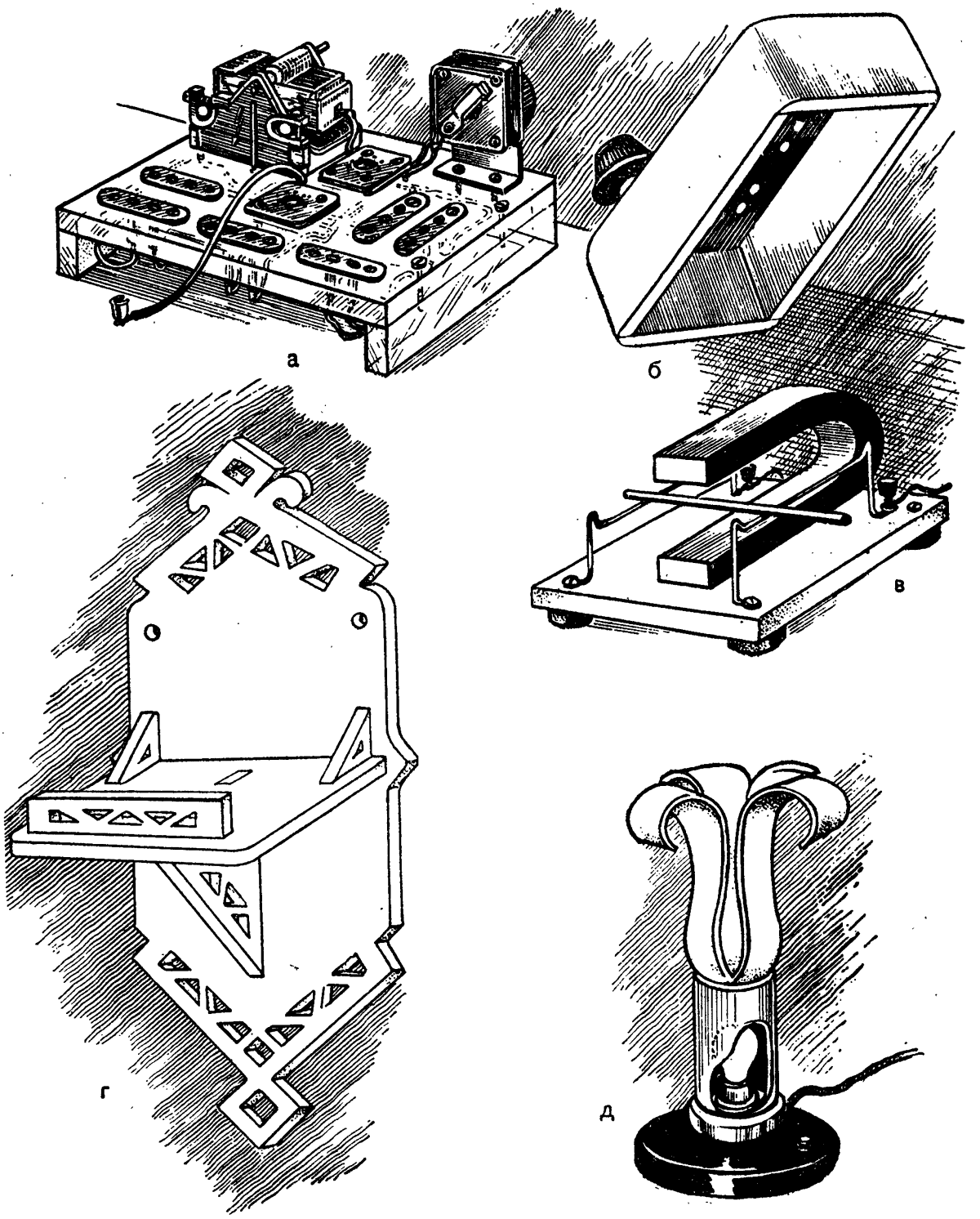


Рис. 54. Образцы изделий юных техников с применением органического стекла.

Органическое стекло устойчиво к действию бензина, керосина, глицерина, растительных масел, слабых кислот и щелочей, но растворяется в дихлорэтане, крепкой уксусной кислоте, муравьиной кислоте.

Органическое стекло обладает сравнительно малой твердостью, вследствие чего поверхность листов и заготовок при работе можно легко поцарапать. Поэтому поверхность стола, на котором производится обработка деталей из плексигласа, должна быть покрыта мягкой и чистой тканью. Из этих же соображений листы плексигласа, предназначенные для обработки, оклеивают с двух сторон пористой бумагой. На этой бумаге производится в случае необходимости вся разметка. После окончания работы по изготовлению детали бумага смывается теплой водой.

Для оклейки органического стекла бумагой применяют специальный клей следующего состава:

Крахмал картофельный или пшеничный	100 частей
Глюкоза	125 »
Глицерин	200 »
Бензойная или салициловая кислота . .	1 часть
Вода	2 000 частей

В горячей воде растворяют глюкозу и кислоту. Отдельно в фарфоровой чашке тщательно размешивают до получения однородной массы крахмал с глицерином. Обе жидкости смешивают и подогревают на водяной бане при температуре 70—80°, непрерывно помешивая. В результате клейстеризации получается почти бесцветная, полупрозрачная клейкая масса, которую после охлаждения фильтруют через сложенную вдвое марлевую салфетку.

На поверхность бумаги и плексигласа клей наносят мягкой кистью два-три раза, после чего стекло оклеивают с двух сторон и оставляют для просушки в вертикальном положении.

Органическое стекло хорошо обрабатывается всеми слесарными инструментами: его можно пилить обыкновенной мелкозубой слесарной ножовкой, опиливать напильниками, точить на токарном станке по металлу, сверлить, шлифовать и полировать. В разогретом состоянии, при температуре 110—135°, органическое стекло легко изгибают и штампуют из него разные детали.

Распиловку органического стекла производят круглыми дисковыми электрическими пилами, ленточнопильными станками или слесарными ножовками. Во избежание излишнего нагревания плексигласа скорость резания и быстрота подачи материала при распиловке должны быть небольшими.

Для художественного выпиливания из органического стекла юные техники широко применяют лобзики.

Органическое стекло обрабатывается на токарных станках примерно так же, как медь и бронза. Скорость резания небольшая. Углы резания у резцов должны быть такими, чтобы инструмент скоблил материал. Полезно в процессе работы охлаждать материал водой или маслом.

Внутреннюю и наружную резьбу в деталях из органического стекла нарезают метчиками и плашками. Чтобы материал не крошился, нарезать резьбу нужно постепенно, часто вывинчивая метчики и плашки и очищая их от стружек.

Резьбу в отверстиях небольшого диаметра в деталях из плексигласа часто нарезают непосредственно винтиками, действуя ими как метчиками.

При гнутье и формовании деталей из органического стекла большое значение имеет равномерный и достаточный прогрев всей массы материала до необходимой температуры. Такое прогревание позволяет не только легко придать детали любую заданную форму, но и свести к минимуму остаточные внутренние напряжения.

При формовании деталей из органического стекла не следует злоупотреблять давлением: равномерно прогретый материал не требует при изгибании и формовке приложения значительных усилий. Наоборот, повышенное давление на нагретое органическое стекло может привести при формовании к появлению ненужных отпечатков, которые потом с трудом удаляются.

Царапины на поверхности органического стекла удаляют шлифованием и последующим полированием. Шлифование производят мелкозернистой (бархатной) шкуркой (рис. 55) круговыми движениями, захватывая площадь, значительно превышающую размеры царапины.

Неглубокие царапины, а также царапины, оставшиеся после шлифования поверхности плексигласа, ликвидируют при помощи полировальной пасты. Пасту наносят тонким слоем и тщательно полируют поверхность детали круговыми движениями байкой или мягкой, сухой и чистой тряпкой.

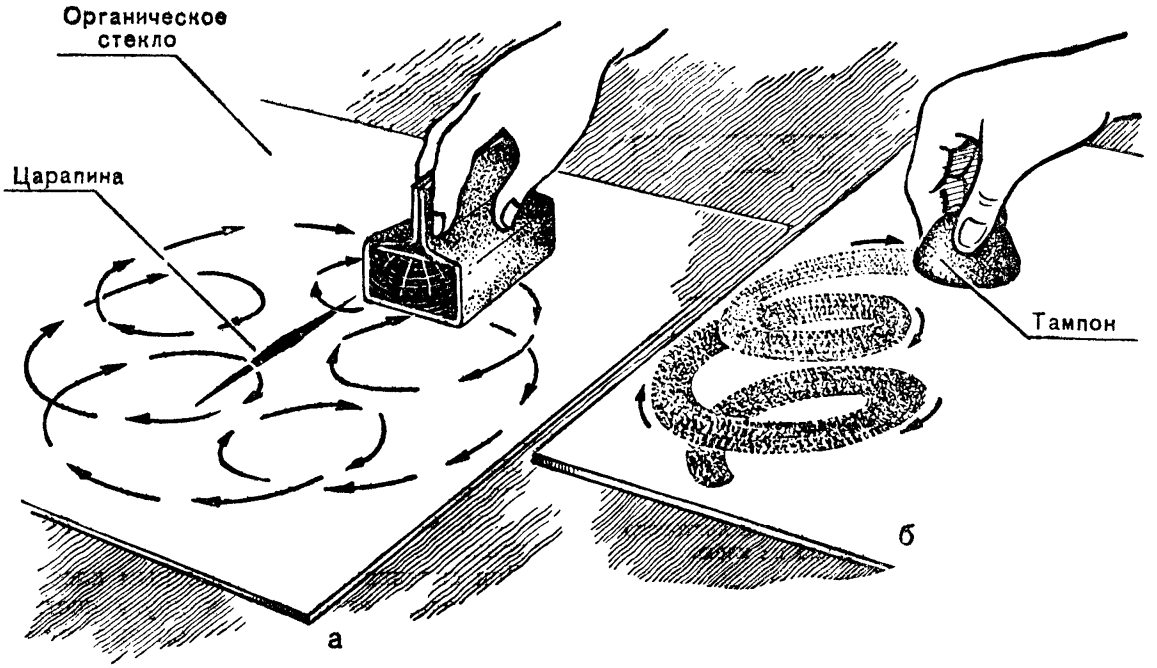


Рис. 55. Обработка листового органического стекла:

а — шлифование; *б* — полирование поверхности.

Склеивают органическое стекло специальным клеем, который приготовляют, растворяя опилки или стружки органического стекла в специальных растворителях — техническом дихлорэтане первого сорта, ледяной уксусной кислоте, муравьиной кислоте. На каждые 100 *г* растворителя следует брать 2—3 *г* органического стекла.

Стружки или опилки высыпают в растворитель и в течение получаса хорошо перемешивают, после чего закупоривают сосуд и оставляют стоять при комнатной температуре (15—22°) в течение 2—3 суток. После того как клей станет совершенно однородным, его можно применять для склеивания.

Клей для органического стекла нужно хранить в плотно закупоренных склянках при комнатной температуре (не выше 25°) в темном, защищенном от солнечного света месте. При длительном хранении (более 30—45 суток) клей теряет свою склеивающую способность и становится непригодным к употреблению.

Склеиваемые поверхности хорошо подгоняют друг к другу (рис. 56) и швы зачищают мелкозернистой шкуркой. Клей наносят кистью тонким ровным слоем на обе склеиваемые поверхности. Затем детали соединяют и изделие немедленно помещают под пресс, загружают какой-либо тяжестью или туго связывают шпагатом. Желательно при этом, чтобы давление на один квадратный сантиметр склеиваемого шва для деталей толщиной до 3 *мм* равнялось 0,5—1,5 *кг*, а для деталей толщиной более 3 *мм* — от 1,5 до 4—5 *кг*.

Склеиваемые детали рекомендуется держать под прессом при комнатной температуре не менее 4—8 часов. После извлечения деталей из пресса их выдерживают еще одни сутки и затем уже приступают к дальнейшей обработке.

Испарения клея вредны для здоровья; попадая на кожу, клей нередко раздражает ее. Поэтому при работе по склеиванию деталей из органического стекла необходимо хорошо вентилировать помещения. Работу по склеиванию органического стекла рекомендуется проводить в резиновых перчатках, особенно если в качестве растворителя используются муравьиная или уксусная кислоты.

Целлулоидный клей. Целлулоидный (нитроцеллюлозный) клей представляет собой сиропообразный раствор целлулоида в одном из органических растворителей: ацетоне, грушевой эссенции (амилацетате), метилацетате, бутилацетате и других. Этот

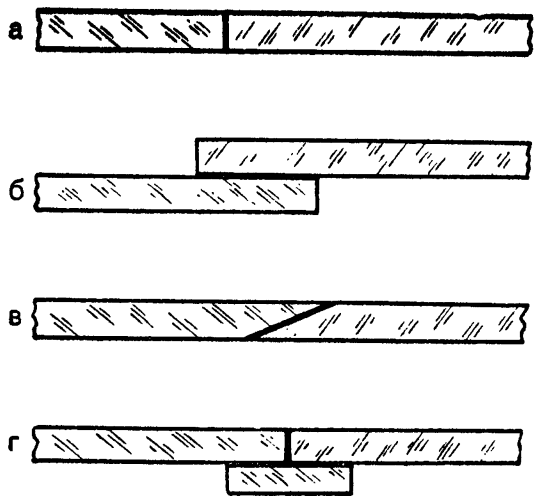


Рис. 56. Основные виды соединения листового органического стекла на клею:

а — встык; *б* — внахлестку; *в* — на ус; *г* — встык с односторонней накладкой.

клей хорошо склеивает бумагу, картон, древесину, ткани, кожу, некоторые пластмассы.

Целлулоидный клей широко применяется юными техниками при изготовлении плавающих моделей судов, для изготовления и ремонта приборов, работающих в воде, для склеивания различных предметов из целлулоида и т. п. Этот клей очень быстро сохнет, дает прочные, устойчивые к действию влаги соединения, обладает хорошими электроизоляционными свойствами.

Целлулоидный клей огнеопасен, и поэтому хранить его надо подальше от огня.

Для изготовления целлулоидного клея 1 весовую часть нарезанного мелкими кусочками целлулоида заливают 2—3 частями ацетона или другого растворителя. Сосуд, в котором ведется приготовление клея, плотно закупоривают и время от времени встряхивают. Если клей получится слишком густым, его разбавляют, добавляя растворитель.

При склеивании целлулоидным клеем хорошо подогнанных друг к другу чистых и сухих деталей поверхность смазывают тонким слоем клея, соединяют и, если можно, кладут под пресс или связывают прочной ниткой, шпагатом.

РАБОТА СО СТЕКЛОМ

Стекло представляет собою сплав щелочных и щелочноземельных силикатов, обладающий твердостью углеродистой стали и большой хрупкостью.

При изготовлении различных моделей, приборов, макетов и витрин юные техники часто используют листовое стекло, стеклянные трубки, зеркала, линзы и разнообразную стеклянную посуду. В процессе работы со стеклом руководителю нужно ознакомить юных техников с составом и технологическими основами получения стекла разных сортов, с применением стекла для различных целей в технике и в быту.

РЕЗАНИЕ ЛИСТОВОГО СТЕКЛА

Резание листового стекла (рис. 57) производят при помощи алмазов и стеклорезов. Потребность в резании листового стекла встречается в работах юных техников нередко, но выполняется преимущественно взрослыми. Работа эта требует умения, сноровки и осторожности в обращении с материалом и с инструментами, особенно с алмазом. Юные техники при резании стекла пользуются преимущественно стеклорезами — инструментами, значительно более дешевыми и неприхотливыми.

При резании стекла алмазом необходимо соблюдать следующие условия.

Стекло, подготовленное для разрезания, должно быть чистым и сухим, особенно по линии реза.

Резать стекло нужно по линейке. Алмаз при этом надо держать перпендикулярно поверхности стекла или с небольшим наклоном к линии реза (рис. 57,*б*). Метка в виде кружочка или звездочки, имеющаяся на оправе алмаза, должна быть обращена к линейке.

При резании нельзя сильно нажимать алмазом на стекло: он от этого быстро портится. Алмаз должен легко скользить по стеклу, издавая при этом звонкий звук и оставляя за собою ровную риску — царапину.

В начале каждого реза нельзя задевать алмазом за кромку стекла, а в конце реза сдергивать алмаз со стекла: это приводит к быстрой порче алмаза. Из тех же соображений не следует проводить алмазом вторично по уже проведенной риске; лучше ря-

дом с неудачно проведенной риской провести новую.

Резать стекло нужно на совершенно ровном столе, покрытом листом картона или несколькими листами бумаги. Сообразив, каким образом из взятого листа стекла следует вырезать лист нужного размера, на краях стекла делают отметки засечками алмаза. По этим отметкам укладывают линейку, сдвинув ее в сторону на половину толщины оправы алмаза. По линейке одним непрерывным движением от края и до края листа стекла проводят риску. Лист стекла сдвигают на край стола так, чтобы линия надреза проходила параллельно кромке стола и немного свешивалась за нее. Слегка постучав металлической оправой алмаза по нижней плоскости стекла у конца риски, стекло ломают, осторожно нажимая вниз на свешивающуюся со стола часть стекла.

Если от листа стекла нужно отрезать узкую полосу, то, сделав алмазом надрез, поворачивают его в руке так, чтобы заостренная в виде лопаточки ручка оправы алмаза легла на слегка согнутый указательный палец (рис. 57, *в*), затем конец этой ручки подводят под отрезаемую полоску стекла, прихватывают последнюю сверху большим пальцем и, перегибая полоску вниз, ломают стекло по черте.

Если при ломании стекла линия излома пройдет не точно по проведенной алмазом риске и на листе стекла останется узкая полоска, которую нужно удалить, то эту полоску захватывают и отламывают целиком или по частям при помощи специаль-

Рис. 57. Резание листового стекла:

а — алмаз (слева) и стеклорез; *б* — резание стекла по линейке; *в* — отламывание узких полосок листового стекла по предварительно нанесенной алмазом риске; *г*, *д* — отламывание мелких кусков стекла при помощи алмаза и плоскогубцев.

ных вырезов, имеющихся в оправе алмаза. Для этой же цели можно воспользоваться большими плоскогубцами или пассатижами (рис. 57, *г, д*).

При резании старого листового стекла необходимо учитывать, что стекло, которое несколько лет подвергалось воздействию переменных атмосферных условий, режется очень плохо.

В стеклорезах вместо кристаллика алмаза в оправу вделано небольшое, диаметром в несколько миллиметров, колесико из твердого сплава. Это колесико в процессе работы постепенно тупится, и его приходится заменять новым.

Стеклорезы применяют для резки листового стекла толщиною от 1 *мм* и выше. При работе стеклорезом придерживаются изложенных выше правил работы с алмазом.

При отсутствии алмаза и стеклореза стекло часто режут при помощи токарных резцов, наваренных очень твердым сплавом — победитом. Для той же цели пользуются обломками небольших напильников. В последнем случае полезно протереть стекло по линии реза ваткой, смоченной скипидаром.

СВЕРЛЕНИЕ ЛИСТОВОГО СТЕКЛА

Листовое стекло сверлят при помощи обыкновенной дрели. Вместо сверла можно применить короткий отрезок проволоки из красной меди. Стекло в месте сверления нужно во время работы периодически смазывать пастой, состоящей из 4 частей наждачного порошка, 1 части камфоры в порошке и 2 частей скипидара.

Можно просверлить стекло при помощи медной трубочки соответствующего диаметра, заполнив ее увлажненным мелкозернистым наждачным порошком. Для вращения трубочки используют ручную дрель.

Для сверления отверстий в листовом стекле пользуются также обычным стальным хорошо закаленным сверлом. Во время сверления это сверло необходимо обильно смачивать раствором камфоры в скипидаре или раствором серной кислоты.

Если сверло плохо закалено, его конец сильно нагревают в пламени газовой горелки или примуса и сразу же вдавливают в сургуч. Такое сверло становится очень хрупким, но зато и очень твердым.

Отверстия в листовом стекле сверлят и при помощи обломка небольшого напильничка или надфиля.

РЕЗАНИЕ СТЕКЛЯННЫХ ТРУБОК

Чтобы разрезать стеклянную трубку небольшого диаметра, ее укладывают на краю стола на какую-либо мягкую и ровную подкладку — кусок картона или блокнот (рис. 58,*а*) и острым ребром небольшого трехгранного напильника делают поперек нее царапину. Эта царапина должна представлять непрерывную черту и быть расположена примерно на одной шестой части окружности поперечного сечения трубки. Затем трубку берут двумя руками, царапиной от себя, так, чтобы большие пальцы упирались в трубку по обе стороны от намеченного места излома. Слегка растягивая трубку в стороны, быстрым движением ломают ее, для чего правую часть трубки поворачивают по часовой стрелке, а левую — против нее.

При отсутствии напильника стеклянную трубку можно разрезать другим, весьма распространенным способом. Для этого трубку обматывают двумя широкими полосками увлажненной бумаги так, чтобы между ними остался узкий зазор в том месте, в котором намечено разрезать трубку. Стекло в этом зазоре нагревают над спиртовкой или газовой горелкой, вращая при этом трубку, чтобы стекло хорошо прогрелось со всех сторон. Затем в зазор пускают каплю холодной воды, и трубка делится на две части.

Острые края трубки зашлифовывают напильником или наждачной шкуркой. Можно слегка оплавить их в пламени спиртовки или газовой горелки.

СГИБАНИЕ СТЕКЛЯННЫХ ТРУБОК

Трубку помещают в верхнюю часть пламени спиртовки или газовой горелки тем местом, в котором ее необходимо согнуть. Для того чтобы стекло прогревалось равномерно, трубку держат горизонтально и все время вращают вокруг оси (рис. 58, *в*). Время от времени делают попытку согнуть трубку, чтобы не пропустить момента, когда стекло размягчится.

Сгибают трубку, не извлекая ее из пламени, медленно, без усилий поднимая концы трубки кверху (рис. 58,*г*).

При слишком быстром сгибании трубка в месте сгиба сплющивается, причем отверстие ее суживается и на стенках появляются поперечные морщины.

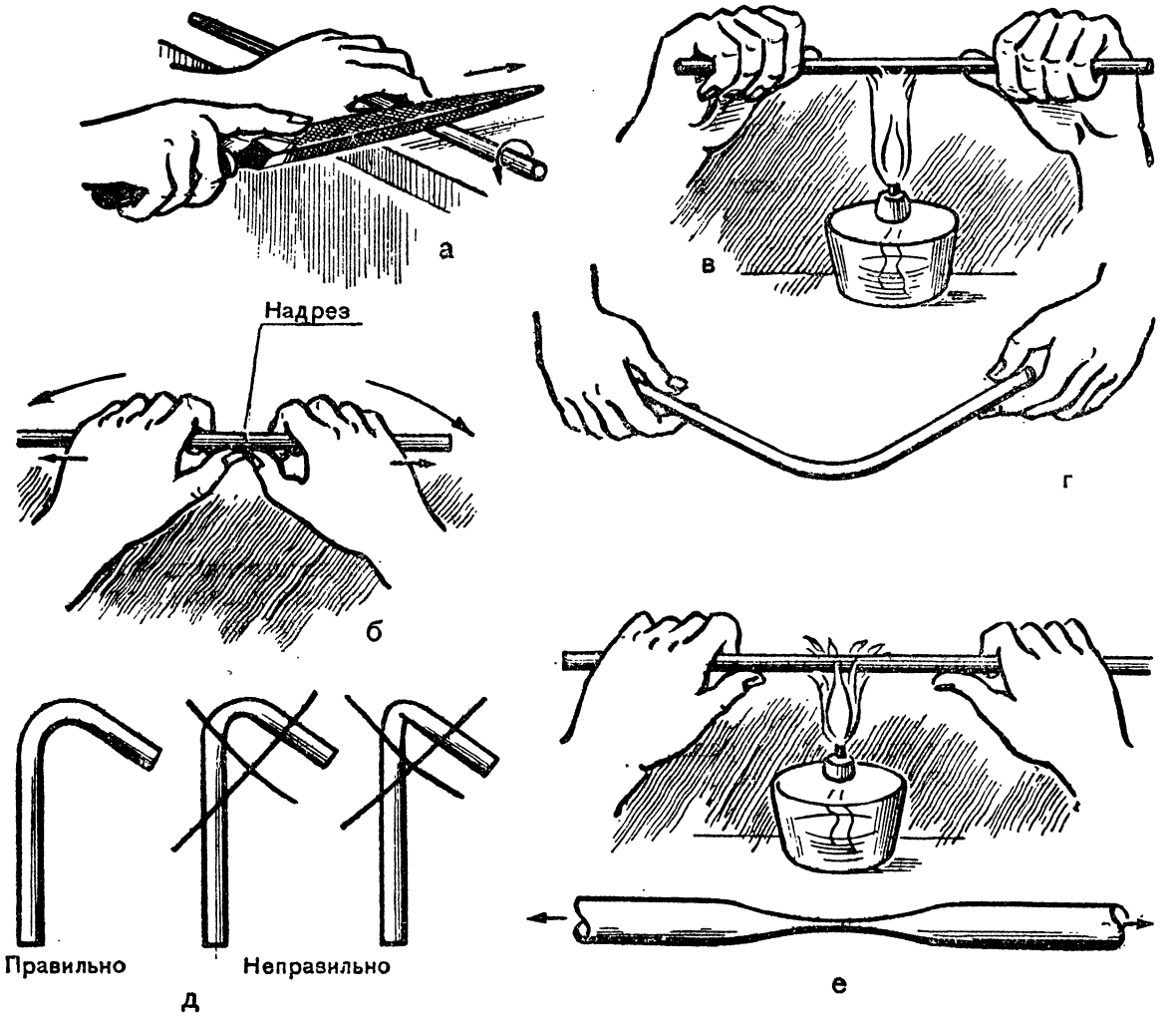


Рис. 58. Работа со стеклянными трубками:

а — надрезание трубки трехгранным напильником; *б* — ломание трубки по надрезу; *в* — нагревание трубки в пламени спиртовки; *г* — изгибание трубки; *д* — трубки, согнутые правильно (слева) и неправильно; *е* — оттягивание стеклянной трубки.

Для того чтобы согнуть трубку по заданному радиусу и на нужный угол, полезно, приступая к сгибанию, вычертить на листе бумаги соответствующий шаблон, пользуясь которым можно контролировать правильность работы.

ОТТЯГИВАНИЕ СТЕКЛЯННЫХ ТРУБОК

Для оттягивания, то-есть уменьшения в заданном месте наружного диаметра трубки и ее внутреннего сечения, трубка вводится в верхнюю часть пламени спиртовки, газовой горелки или паяльной лампы (рис. 58,*е*). Держать трубку нужно горизонтально и непрерывно вращать ее вокруг продольной оси.

Как только стекло размягчится (этот момент определяют, периодически повторяя попытки растянуть трубку в стороны), трубку извлекают из пламени и медленно, без особых усилий растягивают по направлению оси. В зависимости от качества стекла, диаметра трубки, толщины стенок и температуры пламени горелки трубку иногда во время оттягивания приходится подогревать несколько раз.

Закончив оттягивание, трубке дают медленно остыть.

ИЗГОТОВЛЕНИЕ МАТОВЫХ СТЕКОЛ

Матовые стекла, необходимые для различных приборов, моделей и витрин, юные техники изготовляют, натирая поверхность стекла мелкозернистым наждачным порошком.

На марлевый тампон набирают немного кашицы из наждачного порошка и воды и натирают им поверхность стекла в разных направлениях. Вместо марлевого тампона можно воспользоваться корковой пробкой. Хорошие результаты получаются, если покрыть поверхность стекла тонким слоем наждачной пасты, положить сверху второе стекло и тереть оба стекла друг о друга, непрерывно меняя направление.

Хорошее матовое покрытие стекла можно получить химическим способом. Приготовляют раствор из одной части фтористого натрия или калия, одной части желатина и 250 частей горячей воды. Стекло покрывают этим раствором с одной стороны и высушивают. На 30—60 секунд опускают стекло в 6-процентный раствор соляной кислоты и снова высушивают, не промывая. Когда стекло высохнет, слой желатина смывают горячей водой, и стекло получается с равномерным, тонким матовым покрытием.

ОКРАШИВАНИЕ СТЕКЛА

Стекло можно окрасить масляными красками, нитрокрасками и лаками.

Окрашиваемое стекло должно быть чистым и сухим. Если покрытие делают непрозрачным, применяют краски, обладающие хорошей укрывистостью. В тех случаях, когда окрашенное стекло должно частично пропускать свет, краски разжижают. Для этого в масляную краску добавляют смесь олифы и скипидара, а в нитрокраску — небольшое количество ацетона или специального нитроразбавителя.

Хорошее, равномерное покрытие получается при нанесении краски с помощью распыления аэрографом. В тех случаях, когда краску наносят на стекло кистью, окрашенную поверхность сразу же торцуют, то-есть слегка ударяют по ней большой сухой кистью перпендикулярно поверхности стекла, отчего получается своеобразный рисунок.

Окрашивание стеклянных баллончиков электрических лампочек, например елочных, можно производить цветными глифталевыми лаками. Эти лаки представляют собой раствор искусственной смолы — глифталя в спирте, подкрашенном анилиновыми красителями.

Для окрашивания электрических лампочек их баллончики погружают на несколько секунд в склянку с лаком. Подсыхают глифталевые лаки при комнатной температуре в течение 1 часа, а полностью высыхают через 5—6 часов.

Для окрашивания лампочек применяют и цветные спиртовые лаки.

СКЛЕИВАНИЕ СТЕКЛА

Разбитые стеклянные предметы можно склеить клеем, приготовленным по рецепту:

Стекло жидкое (растворимое)	50 частей
Сахар	19 »
Глицерин технический	5 »

Жидкое стекло подогревают, растворяют в нем сахар, после чего добавляют глицерин.

Склеиваемые поверхности должны быть совершенно чистыми и сухими. После смазывания тонким сплошным слоем клея детали прижимают друг к другу и держат под давлением несколько минут, после чего оставляют до полной просушки. Через сутки при помощи ножа осторожно счищают избыток клея, выступивший на поверхность по линии швов.

ЗАКРЕПЛЕНИЕ СТЕКЛА В ДЕРЕВЯННЫХ И МЕТАЛЛИЧЕСКИХ РАМАХ И ОПРАВАХ

Простейшим и наиболее употребительным средством укрепления стекла в деревянных рамах является обыкновенная стекольная замазка. Для ее приготовления 4—6 частей молотого и просеянного мела хорошо перемешивают с 1 частью олифы (натуральной или полунатуральной — оксоль).

Стекольную замазку повышенного качества приготовляют по рецепту:

Белила свинцовые или сурик железный	2 части
Олифа	3 »
Мел молотый, просеянный—до получения густого теста.	

Для крепления стекол в металлических витринах, оправах, дверцах приборов юные техники могут воспользоваться замазкой следующего состава:

Мел молотый просеянный	4 части
Сурик свинцовый тертый	1 часть

Белила свинцовые тертые	2 части
Олифа натуральная или оксоль . . .	2 »

При изготовлении и ремонте некоторых моделей и приборов, когда, помимо прочности соединения стекла с металлом или древесиной, требуется достичь водоустойчивости и водонепроницаемости швов, применяются специальные цементы-замазки.

Хорошая и простая в изготовлении замазка для аквариумов и сосудов для воды может быть получена по рецепту:

Сурик свинцовый тертый	2 части
Глицерин технический	1 часть
Цемент (портландский)	1 »

Сурик растирают с глицерином, после чего добавляют цемент.

Для аквариумов и сосудов (для воды) с деревянными каркасами можно воспользоваться замазкой следующего состава:

Мел молотый просеянный	10 частей
Сурик свинцовый тертый	7 »
Олифа натуральная или оксоль . . .	2 части

В тех случаях, когда каркас сделан из металла, олифу рекомендуется заменить спиртовой политурой или жидким спиртовым лаком.

ЧЕРТЕЖ, РАЗМЕТКА И КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ

Важнейшим элементом каждого проекта являются чертежи. Составление чертежей в комбинации с расчетами дает возможность еще до воплощения замысла конструктора в материале найти наиболее совершенное с технической, технологической и экономической точек зрения решение задачи. Чертежи позволяют еще в процессе конструирования сравнивать различные варианты конструкции будущей машины, технических узлов или деталей и выбирать лучшие.

По чертежам можно получить ясное и четкое представление не только об общем замысле проектировщика-конструктора, но и полные сведения о форме, размерах и отделке всех частей объекта, об устройстве, расположении в пространстве, способах соединения и взаимодействии всех его деталей, об используемых для изготовления материалах и т. д.

Грамотное чтение технических рисунков и чертежей, умение составлять их и работать по ним — непременное условие производственно-технической культуры. Юные техники, уделяющие большое внимание конструированию и изготовлению различных приборов, моделей, макетов и других изделий, как правило, не могут обойтись без умения читать и выполнять чертежи.

Задача руководителя технического кружка — научить юных техников пользоваться готовым чертежом, делать технические рисунки, составлять эскизы, теоретические чертежи, принципиальные и монтажные схемы, рабочие чертежи тех моделей, макетов и приборов, которые они изготовляют.

Полезно также научить юных техников пользоваться простыми чертежами и схемами производственного характера, например светокопиями чертежей («синьками»), познакомить кружковцев с применением для копирования чертежей чертежной кальки и с использованием для составления графиков, диаграмм и эскизов миллиметровки, с рациональными приемами проведения некоторых чертежных работ, с применением простейших приспособлений, рационализирующих труд чертежника (нормографы и трафареты, шрифтовые перья, стеклянные рейсфедеры, чертежные трубки для изготовления надписей), с простейшими приемами иллюминовки чертежей.

Вся работа по черчению в кружке должна быть увязана со школьной программой по черчению и проводиться так, чтобы в школе учащимся не приходилось впоследствии переучиваться.

Учебно-наглядные пособия: чертежи, схемы, таблицы и графики, которые использует на занятиях руководитель кружка или которые служат юным техникам справочным материалом, должны быть выполнены строго по установленным нормам и стандартам по техническому черчению.

Руководитель кружка должен учитывать, что учащиеся начинают изучать черчение в школе только с 7-го класса. В кружке же они учатся владеть чертежными инструментами: линейкой, угольником, циркулем, циркулем-измерителем, транспортиром и т. д. (рис. 59), вырабатывают навыки в работе с карандашом, изучают конструкцию букв и цифр и стандартный шрифт.

Школьники 7-х классов на занятиях кружка должны выполнять эскизы и оформлять чертежи по стандарту на форматках, иметь

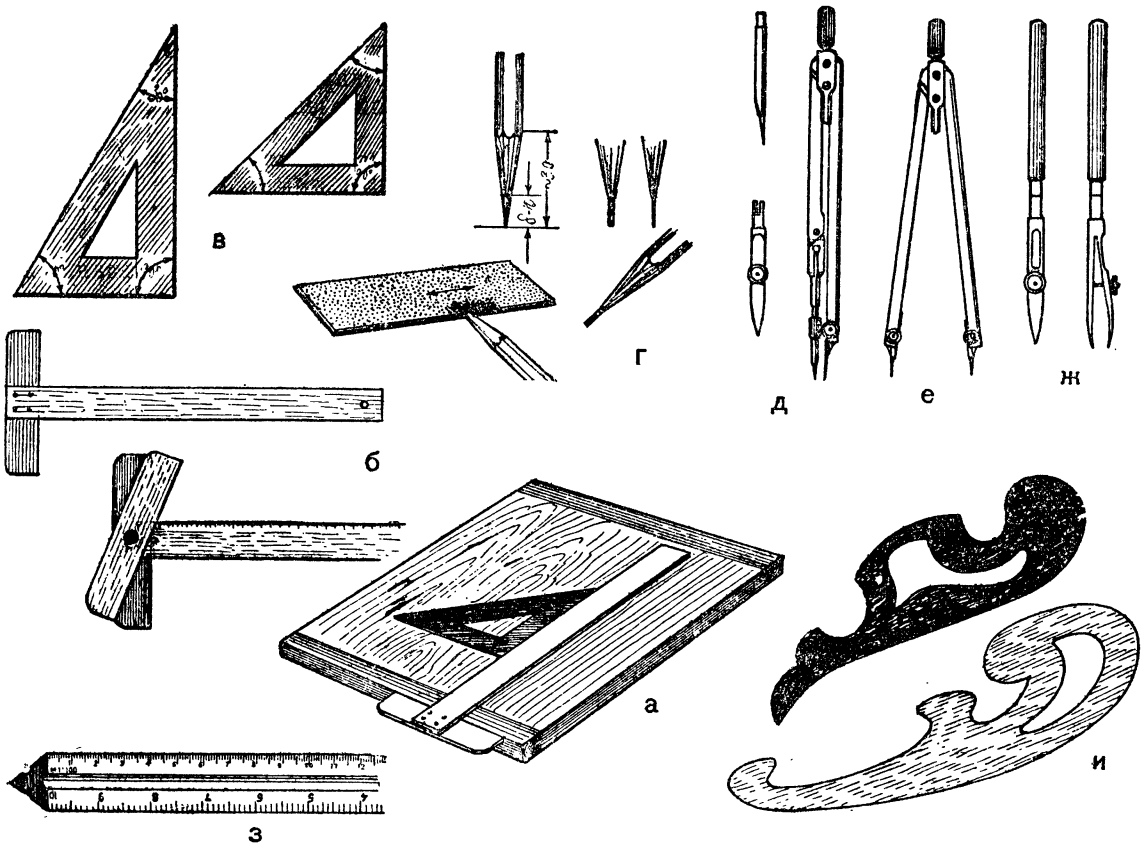


Рис. 59. Чертежные инструменты:

а — чертежная доска; *б* — рейсшины; *в* — чертежные угольники; *г* — затачивание чертежных карандашей; *д* — чертежный циркуль; *е* — циркуль-измеритель; *ж* — рейсфедер; *з* — масштабная линейка; *и* — чертежные лекала.

понятие о методах проекций, о простых разрезах, уметь изображать простейшие тела в кабинетной и прямоугольной проекциях.

Кружковцы — учащиеся 5-го и 6-го классов свою работу по черчению начинают со знакомства с готовыми сравнительно простыми чертежами, техническими рисунками и схемами. Постепенно они переходят к изготовлению эскизов, технических рисунков и простейших чертежей, а также перечерчиванию готовых чертежей (изменяя размер и масштаб).

В авиамодельных и судомодельных кружках юные техники изготовляют чертежи деталей, используя для этого разнообразные лекала.

Учить юных техников основным правилам и приемам выполнения чертежных работ надо в процессе их практической работы по конструированию (проектированию) и изготовлению различных изделий. Во многих технических кружках домов и дворцов пионеров и станций юных техников установлено правило: юный техник имеет право приступить к изготовлению той или иной детали своего прибора или модели только после того, как он представит на утверждение руководителя кружка или коллектива юных техников эскиз, чертеж или хотя бы технический рисунок. Часто для этой цели используются специальные форматки — типографские бланки с готовыми штампами.

Все чертежи подразделяются на несколько видов:

Чертежи деталей — чертежи, показывающие отдельные детали, части изделия, изготовленные без применения сборочных операций. Такие чертежи содержат все необходимые данные для изготовления деталей и контроля.

Чертежи сборочные — чертежи, изображающие изделия или их отдельные узлы и группы узлов и деталей в сборе. Сборочные чертежи содержат все данные для

сборки, обработки и контроля изготовления изделия или узла.

Чертежи общих видов — чертежи, изображающие изделия или их узлы и группы узлов со всеми основными характеристиками (смотри, например, общий вид модели яхты на странице 387 или вид модели электромотора на странице 184).

Габаритные чертежи — чертежи, изображающие общие контуры изделий или их составных частей. На этих чертежах указываются габаритные, установочные и присоединительные размеры.

Монтажные чертежи (или монтажные схемы) — чертежи или схемы, изображающие контуры изделий или их частей и приводящие все данные, необходимые для установки изделия или его части на место и соединения с другими изделиями, узлами или деталями (например, монтажная схема приставки на странице 226, рис. 18).

ФОРМАТЫ ЧЕРТЕЖЕЙ

Листы всех чертежей после их обрезки должны иметь следующие стандартные размеры (ГОСТ 3450—52):

Обозначение формата	0	1	2	3	4	5
Размеры в *мм* . . .	814×1152	576×814	407×576	288×407	203×288	144×203

Стандартом допускается образование дополнительных форматов путем увеличения длинных или коротких сторон форматов на величину, кратную $1/2$ удлиняемой стороны.

На каждом чертеже вдоль всех краев листа вычерчивают рамку — тонкую линию, отстоящую от кромок формата не более чем на 10 *мм*. Если форматы с чертежами предполагается сшивать (брошировать) в тетради или альбомы, то у левого края всех форматов оставляют поле шириной 25 *мм*. На этом поле высекают при помощи дырокола или специальной просечки отверстия для шнура.

МАСШТАБЫ ЧЕРТЕЖЕЙ

Из численных масштабов основным и наиболее употребительным является относительный масштаб, показывающий, во сколько раз линии чертежа уменьшены или увеличены по сравнению с теми же линиями, измеренными в тех же линейных мерах в натуре. Для машиностроительных чертежей наиболее употребительными стандартными (ГОСТ 3451—52) масштабами являются масштаб 1 : 1 (натуральная величина), а также масштабы:

для уменьшения 1 : 2, 1 : 5, 1 : 10, 1 : 20, 1 : 25, 1 : 50, 1 : 75.

для увеличения 2 : 1, 5 : 1, 10 : 1.

В строительных и судостроительных чертежах, а та же в топографических планах применяются также масштабы: 1 : 100, 1 : 200, 1 : 500, 1 : 1 000, 1 : 2 000, 1 : 5 000 и так далее.

ЛИНИИ ЧЕРТЕЖА

В техническом черчении применяют линии трех типов: сплошные, штриховые и штрих-пунктирные (ГОСТ 3456—52). Сплошными линиями (рис. 60) обводят очертания видимого контура предмета на чертеже; штриховыми — очертания невидимого контура предмета; штрих-пунктирные линии используются для обводки осевых и центровых линий и линий вспомогательных построений.

Длина штрихов в штриховых линиях должна равняться примерно 4 *мм*, а длина разрывов между штрихами — 1 *мм*. Длина штрихов в штрих-пунктирных линиях должна составлять 15—20 *мм*, длина коротких штрихов — 1 *мм*, длина промежутков между штрихами — 1 *мм*. В штрих-пунктирных линиях, применяемых для вспомогательных построений, длину штрихов принимают равной примерно 6 *мм*.

В зависимости от величины чертежа, его сложности и других условий толщина линий может изменяться, но необходимо соблюдать определенные соотношения между толщиной линий разного назначения и толщиной линии видимого контура, принимаемой за основу.

В таблице приведены все основные данные о принятых соотношениях толщины различных линий чертежа.

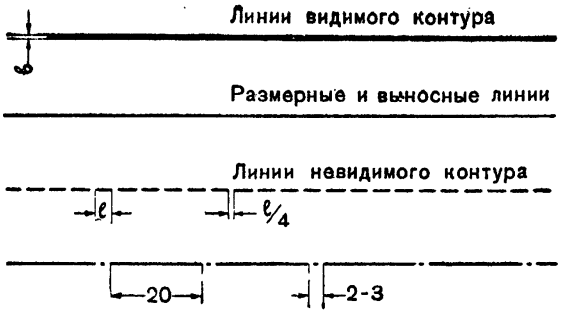


Рис. 60. Линии чертежа.

Основные линии чертежа

Линии чертежа	Относительная толщина при $b = 0{,}4 - 1{,}2$ *мм*
Внешние и внутренние видимые контуры изделий	b
Невидимые контуры . . .	от $\frac{b}{2}$ до $\frac{b}{3}$
Линии излома (обрыва, вырыва)	от $\frac{b}{2}$ до $\frac{b}{3}$
Линии контура наложенного сечения	$\frac{b}{4}$
Линии контура смежных деталей для показания взаимного расположения и взаимодействия деталей или узлов к изображенному на чертеже изделию	$\frac{b}{4}$
Линии очертаний габаритов	$\frac{b}{4}$
Линии осевые и центровые	$\frac{b}{4}$
Линии размерные и выносные	$\frac{b}{4}$
Штриховка	$\frac{b}{4}$
Рамки чертежей и разграфка таблиц	от $\frac{b}{2}$ до $\frac{b}{3}$

НАДПИСИ НА ЧЕРТЕЖАХ

На всех чертежах необходимо делать надписи, дающие все необходимые сведения об изображенных предметах, узлах или деталях. Помимо названия предмета и его частей, на чертеже должны быть надписаны все основные размеры, указан масштаб, сделано указание о материале, из которого изготовлен предмет и т. д.

Все основные данные о чертеже даются в так называемом штампе — прямоугольнике стандартного размера, который располагается, как правило, в правом нижнем углу листа чертежа, непосредственно примыкая к рамке. В штампе приводятся: название изображенного на чертеже предмета (машины, узла, детали, модели, сооружения и т. п.), масштаб чертежа и его номер, название учреждения, в котором чертеж выполнен, подписи исполнителя чертежа и лица, утвердившего чертеж, даты исполнения и утверждения.

Все надписи, буквенные и цифровые обозначения и размерные цифры должны быть выполнены стандартным шрифтом (рис. 61) четко, разборчиво и удобно для пользования чертежом. Стандартом (ГОСТ 3454—52) рекомендуются следующие размеры шрифтов для чертежей: 14; 10; 7; 5; 3,5 и 2,5.

Основные размеры для разбивки надписей

Размер шрифта	14	10	7	5	3,5	2,5
Высота прописных букв в *мм*	14	10	7	5	3,5	2,5
Высота строчных букв в *мм*	10	7	5	3,5	2,5	1,7
Расстояние между буквами и цифрами в *мм*	5	3	2	2	1,5	1
Расстояние между словами в *мм* (не меньше)	10	7	5	3,5	2,5	1,7
Расстояние между строками в *мм* (не меньше)	21	15	10	7,5	5	4

НАНЕСЕНИЕ РАЗМЕРОВ НА ЧЕРТЕЖИ

Все размеры на чертежах моделей, макетов, приборов и других конструкций юных техников проставляются так же, как на машиностроительных чертежах (ГОСТ 3458—52), — в миллиметрах и без указания при размерных числах единицы измерения. Размерные числа показывают действительные размеры деталей или их частей независимо от масштаба чертежа. Обычно они проставляются в разрывах размерных линий и иногда — над размерными линиями.

Не следует надписывать размерные числа так, чтобы они пересекались или разделялись линиями чертежа, например осевыми или выносными. Размерные числа наносят поперек размерных линий с наклоном цифр примерно в 75° к этим линиям.

Рис. 61. Стандартный шрифт для надписей на чертежах; чертежный инструмент и трафареты для выполнения надписей.

Все размерные числа следует надписывать так, чтобы они хорошо читались при нормальном положении чертежа или при его повороте по часовой стрелке на 90° (то-есть на вертикальных размерных линиях основания всех цифр размерных чисел должны быть обращены вправо).

Размерные линии проводятся между линиями контура, осевыми, центровыми и выносными линиями и обязательно параллельно тому отрезку, размер которого указывается. При указании величин углов размерные линии вычерчивают в виде дуг, в разрывах которых всегда горизонтально располагают цифры, показывающие величины углов в градусах.

На концах размерной линии вычерчивают стрелки. В некоторых случаях (рис. 62) применяются размерные линии со стрелками на одном конце. Такими линиями показывают радиусы закруглений, размеры деталей, вычерченных не полностью, и т. д. В этих случаях стрелки обращены остриями внутрь. При обозначении диаметров окружностей, вычерченных не полностью, также применяются размерные линии со стрелками на одном конце; причем размерные линии должны быть на несколько миллиметров продолжены за центр окружности или за осевую линию. Если места для стрелок не хватает, вместо них на размерных линиях ставят точки (рис. 62,*д*).

Размерные линии нужно проводить не ближе чем на 5 *мм* от линий контура. Параллельные размерные линии располагают на расстоянии не менее 5 *мм* друг от друга.

Чтобы на чертеже было как можно меньше пересечений выносных и размерных линий, более короткие размерные линии, выносимые за пределы контура, ставят ближе к контуру.

Размер диаметра на чертежах обозначается знаком ∅, поставленным перед размерным числом, а размер радиуса — буквой *R* (рис. 62, *е, ж, и*).

Если размер ставится внутри заштрихованного контура, то место для размерных чисел оставляют незаштрихованным (рис. 62,*е*).

Если размерное число не помещается между выносными или контурными линиями, то его выносят в сторону. Размеры можно проставлять и на линии, вынесенной от размерной линии в сторону.

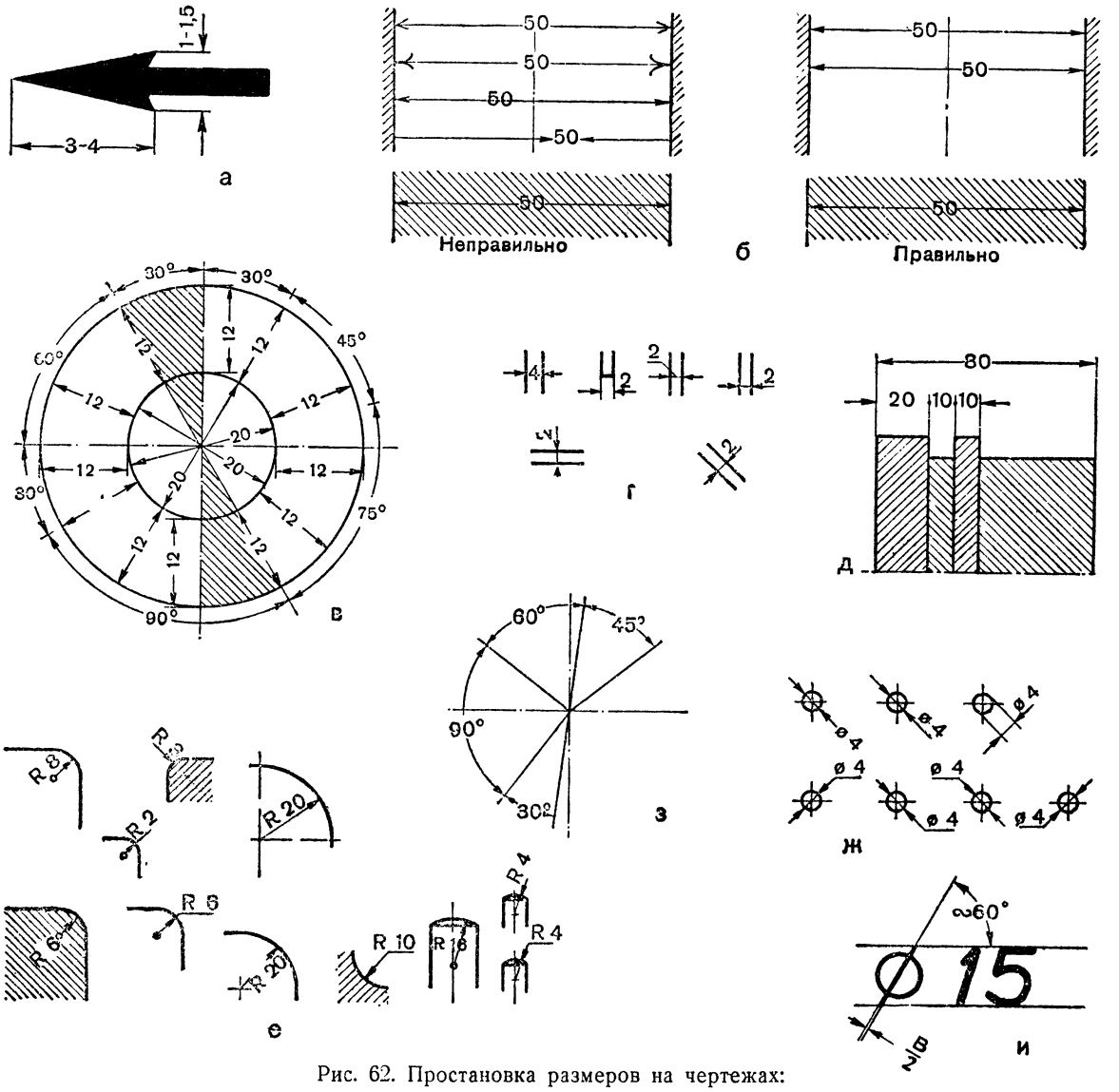


Рис. 62. Простановка размеров на чертежах:

а — форма размерной стрелки (увеличено); *б* — правильные и неправильные способы простановки размеров; *в* — простановка размеров по наклонным размерным линиям (в заштрихованных секторах простановка размеров стандартом не рекомендуется); *г* — способы нанесения малых размеров; *д* — замена стрелок точками при простановке малых размеров; *е* — простановка размеров радиусов закруглений; *ж* — надписывание на чертежах размеров диаметров мелких деталей и отверстий; *з* — простановка градусных обозначений величин углов и дуг (надписи всегда располагаются горизонтально); *и* — условное обозначение диаметра на чертежах (увеличено).

ОБОЗНАЧЕНИЕ ДОПУСКОВ

По ряду технических причин при изготовлении различных деталей моделей, приборов и машин невозможно добиться абсолютно точного соответствия их фактических размеров номинальным теоретическим размерам, установленным конструкторским расчетом.

Размеры, которые ограничивают величину допустимого отклонения действительного размера детали от ее номинального размера, называются предельными размерами. Разность между наибольшими и наименьшими предельными размерами называется допуском. Допуски указываются на чертежах после номинальных размеров условными или числовыми величинами, определяющими предельные допустимые отклонения от номинальных размеров (ГОСТ 3457—46).

Верхнее и нижнее отклонения от намеченных размеров проставляются на чертежах одно под другим. Если размеры надписываются в разрывах размерных линий, то верхнее отклонение (разность между наибольшими предельным и номинальным размерами) проставляют над размерной линией, а нижнее отклонение (разность между наименьшим предельным и номинальным размерами) — под нею. Если размеры проставляются над размерной линией, то верхнее и нижнее отклонения, характеризующие допуск, надписывают над указанной линией одно под другим. В тех случаях, когда отклонение равно нулю, оно на чертежах не проставляется.

ОБОЗНАЧЕНИЕ ЧИСТОТЫ ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛЕЙ ИЗ МЕТАЛЛА

По степени чистоты все поверхности подразделяются на 14 классов. На чертежах классы чистоты поверхности обозначаются небольшими равносторонними треугольничками (высота треугольничков должна быть не менее 2,5 *мм*).

Один треугольничек с цифрами 1, 2 или 3, поставленный с правой стороны, означает соответственно 1-й, 2-й или 3-й классы чистоты.

Эти классы чистоты достигаются сравнительно грубой обработкой. Следы этой обработки ясно видны невооруженным глазом, а шероховатость поверхности обнаруживается на ощупь.

Два треугольничка с цифрами 4, 5 или 6, поставленные с правой стороны, означают 4-й, 5-й или 6-й классы чистоты. Поверхность деталей в этих случаях гладкая, следы обработки мало заметны.

Три треугольничка с цифрами 7, 8 и 9 означают 7-й, 8-й и 9-й классы чистоты. Поверхность изделий в этом случае очень гладкая, следы обработки обнаруживаются лишь с помощью лупы.

Четыре треугольничка с цифрами 10, 11, 12, 13 и 14 обозначают соответственно 10 — 14-й классы чистоты, при которых поверхности изделий очень чистые, с микроскопическими неровностями.

Поверхности, к которым не предъявляется особых требований в отношении чистоты, обозначаются на чертежах условным знаком ∞.

Условные знаки чистоты поверхности проставляются на линиях видимого контура или на вспомогательных выносных линиях.

КАК ДЕЛАЕТСЯ ЧЕРТЕЖ

Допустим, что нам необходимо сделать деталь. В каком порядке следует выполнять ее чертеж?

Прежде всего деталь внимательно осматривают и собирают о ней все необходимые сведения: о материале, из которого она должна быть сделана, размерах, обработке поверхности, технологических процессах при ее изготовлении и т. д.

Затем устанавливают, в каких видах (проекциях) надо изобразить выбранную деталь, чтобы юному технику была ясна вся конфигурация детали. Если деталь проста, можно обойтись двумя проекциями. Более сложные детали изображают в трех и даже четырех проекциях.

После этого составляется эскиз. Эскиз — это условное изображение изделия. Выполняется он от руки и содержит все данные, необходимые для изготовления выбранной детали. Составление эскизов часто называют скицированием. Случается, что деталь изготовляют прямо по эскизу, поэтому он должен быть грамотно выполнен и иметь все необходимые размеры, надписи и обозначения.

Эскиз, как и чертеж, снабжается основной надписью.

Вычерчивание проекций начинается с проведения осевых и центровых линий. Затем наносят линии видимого и невидимого кон-

туров и показывают, если это необходимо, разрезы и сечения. Заканчивают вычерчивание эскиза изображением отдельных подробностей детали: снятых фасок, выточек, резьбы, закруглений. После этого проставляют знаки чистоты поверхности, размерные линии и, после того как деталь будет обмерена, размеры.

Однако часто изготовление детали и сборку изделия производят не по эскизам, а по так называемым рабочим чертежам. Главное отличие рабочих чертежей от эскизов заключается в том, что они выполняются не глазомерно и не от руки, а в строго определенном масштабе и с применением чертежных инструментов.

Рабочий чертеж, как и эскиз, состоит из проекций детали. Порядок выполнения рабочего чертежа тот же, что и при скицировании. После простановки размерных чисел с чертежа удаляют все вспомогательные линии и обводят его мягким карандашом или тушью. После этого на нем специальным шрифтом делаются необходимые надписи.

В тех случаях, когда на чертеже хотят показать сборку из деталей отдельного технического узла или изделия, составляется рабочий сборочный чертеж. На нем все детали получают порядковые номера, и в отдельной таблице, называемой спецификацией, указываются необходимые сведения о деталях: количество, материал, вес и т. д. В отличие от рабочих чертежей деталей, где указываются все размеры, необходимые для их изготовления, в сборочных чертежах проставляются только основные, необходимые для установки, сборки или технической характеристики изделия размеры.

На производстве для обеспечения правильного порядка работы и соответствия изготовляемых деталей, узлов и изделий техническим условиям и нормам к рабочим чертежам прикладывают инструкционные и технологические карты. Желательно приучать юных техников проводить работу хотя бы по простейшим инструкционным или технологическим картам.

ЧТЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

Для того чтобы грамотно, по чертежам, изготовлять различные детали, собирать из этих деталей узлы и изделия — модели, приборы, машины, рабочие приспособления и т. д., — юные техники должны учиться читать чертежи.

Чтобы правильно прочитать любой чертеж, необходимо знать все основные виды, приемы и правила изображения предметов различной формы и величины на плоскости, а также условные обозначения и стандарты, принятые для выполнения чертежей и их оформления. Кроме этого, юные техники должны обладать некоторыми познаниями в области технологии обработки соответствующих материалов. Разумеется, не все кружковцы сразу приобретают необходимые знания и навыки. Поэтому задача руководителя — последовательно знакомить юных техников с теми знаниями и прививать им те навыки, без которых невозможно грамотное использование чертежей в практической деятельности.

Ознакомление с чертежом — его чтение — дает возможность ясно представить изображенные на нем предметы: их расположение, взаимодействие и т. п.

Чтение любого рабочего чертежа нужно начинать с его основной надписи, для того чтобы сразу выяснить название детали, ее назначение и масштаб, количество подлежащих изготовлению одноименных деталей, данные о материале и весе детали. Внимательное ознакомление с чертежом, со всеми видами изображенной на нем детали, сопоставление этих видов позволяет юному технику представить форму детали в готовом виде со всеми подробностями.

Затем необходимо тщательно ознакомиться со всеми проставленными на чертеже размерами детали и выяснить допускаемые отклонения от назначенных размеров.

Наконец нужно выяснить класс чистоты поверхности каждого элемента детали и на основании всех полученных при чтении чертежа данных представить процесс изготовления и обработки детали на всех стадиях, а также и то, как данная деталь будет использована в узле или в изделии, какое назначение она будет выполнять, в каких условиях и как будет работать.

РАЗМЕТКА И РАЗМЕТОЧНЫЙ ИНСТРУМЕНТ

Чтобы изготовить деталь по чертежу, необходимо на материале, из которого она будет изготовляться, произвести разметку. Разметке следует уделять большое внимание, так как от правильности и точности ее зависит качество изготовляемого изделия или детали.

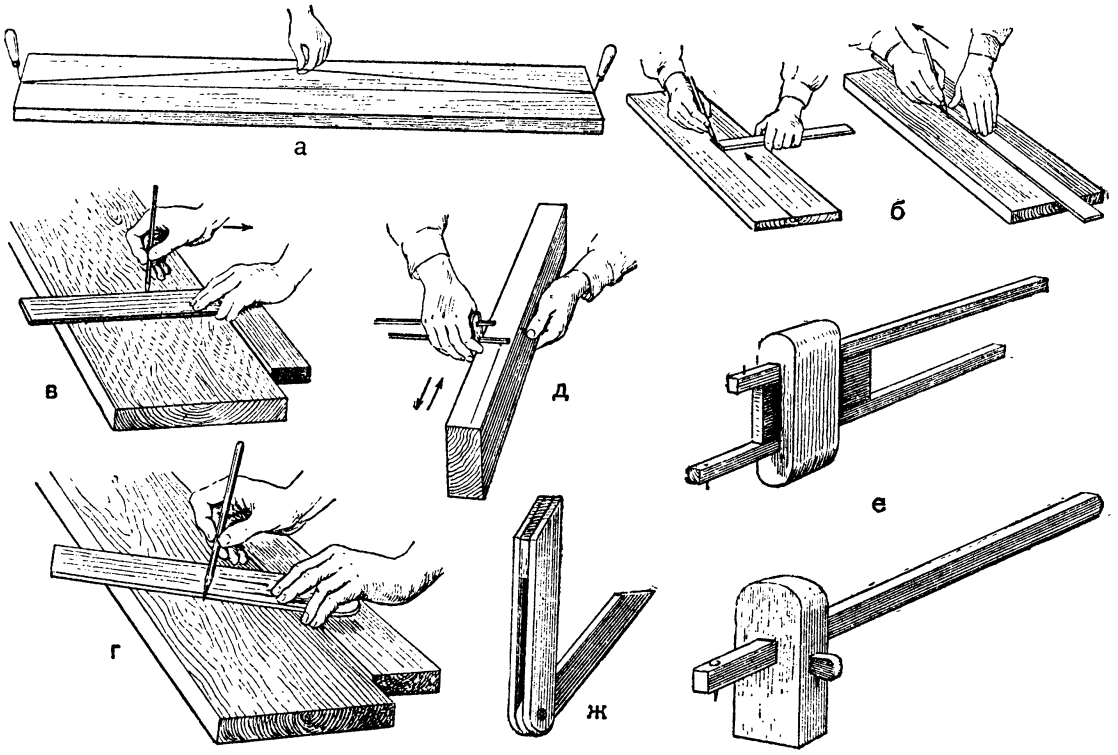


Рис. 63. Приемы разметки и инструменты, применяемые при разметке прямых линий:

а — разметка прямых линий на досках и брусьях большой длины при помощи туго натянутого шнурка, натертого мелом или древесным углем; *б* — разметка по линейке; *в* — разметка под углом 90° к кромке доски при помощи угольника; *г* — разметка под углом 45° при помощи ерунка; *д* — разметка рейсмусом (риска проводится параллельно кромке бруска или доски); *е* — рейсмусы (обыкновенный и упрощенный, однореечный); *ж* — малка для разметки и проверки разных углов.

Разметка производится специальным разметочным инструментом, характер которого зависит от рода материала.

При столярных работах для разметки пользуются преимущественно следующими инструментами: линейкой, угольником, малкой и рейсмусом.

Как пользоваться этими инструментами показано на рисунке 63.

Для проведения линий при разметке в столярном деле лучше всего пользоваться хорошо отточенными графитовыми карандашами 2Т, 3Т, а для мягких пород — М. При применении металлических чертилок или очень твердых карандашей на материале остаются глубокие следы, которые трудно устранить при полировке и окраске.

Приемы разметки кривых линий и деталей криволинейных очертаний при работах с древесиной показаны на рисунке 64.

Качество проводимой работы по строганию контролируют с помощью выверенных линеек, угольников и шаблонов, прикладывая к ним детали (рис. 65).

В слесарном деле для разметки деталей и контроля применяют: линейки, угольники, разметочные плиты и призмы, рейсмусы (специальной конструкции), циркули, кернеры, а также специальные контрольные инструменты (щуп, штангенциркуль, микрометр и т. д.).

Для измерения прямых линий применяют стальные масштабные линейки длиной 150, 200, 300 и 500 *мм*, а для измерения деталей большой длины — рулетки (рис. 66, *а*, *б*).

Разбивка и проверка прямых углов производится слесарными угольниками (рис. 66,*в*).

Для нанесения на поверхность металлических деталей линий — рисок — применяются чертилки (их часто называют графилками). Чертилки (рис. 66, *г*) представляют собой отрезки стальной проволоки с закаленными и остро заточенными концами. Линии на по-

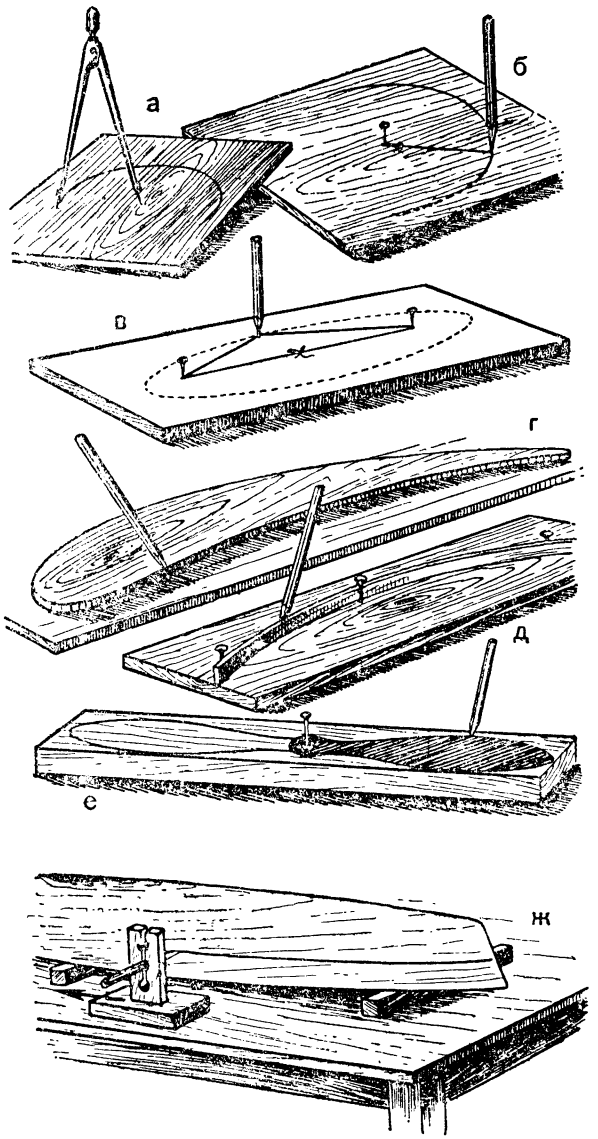


Рис. 64. Разметка циркульных и сложных кривых линий:

а — вычерчивание окружностей и дуг циркулем; *б* — вычерчивание окружностей больших рисунков при помощи прочной нитки; *в* — вычерчивание эллипса при помощи нитки, надетой на два гвоздя; *г* — разметка кривых линий по лекалу; *д* — разметка кривых при помощи изогнутой тонкой рейки или линейки; *е* — разметка воздушного винта по шаблону; *ж* — разметка ватерлинии на корпусе модели корабля.

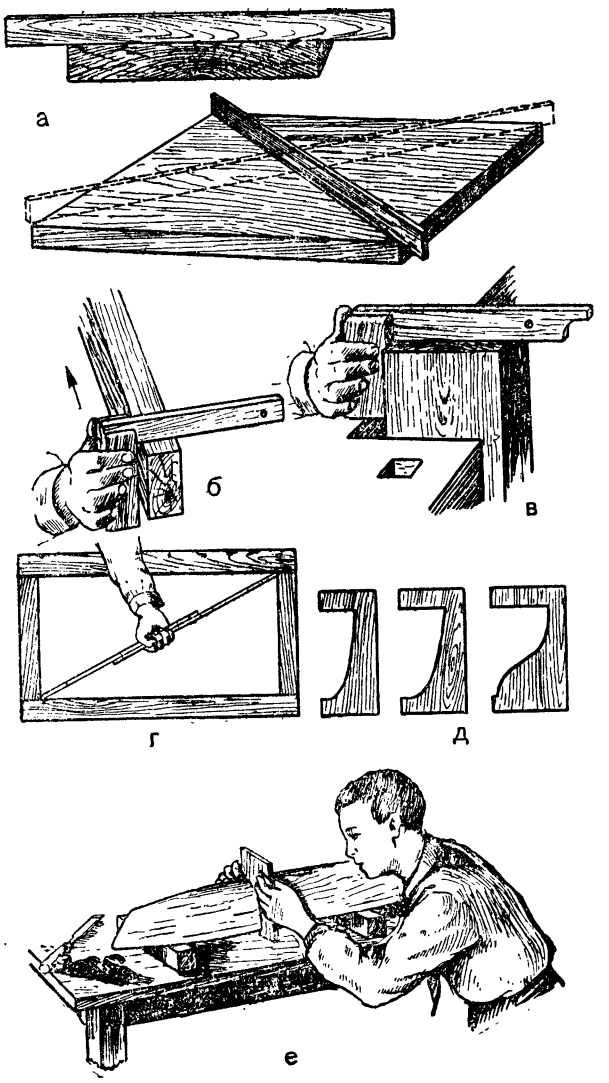


Рис. 65. Проверка правильности плоскостей, углов и криволинейных поверхностей:

а — проверка правильности плоскости прикладыванием ребра выверенной линейки; *б*, *в* — проверка правильности углов угольником; *г* — проверка рамки измерением диагоналей; *д* — шаблоны для проверки очертаний корпуса модели корабля; *е* — пользование такими шаблонами.

верхности металла наносят чертилкой по стальной линейке, угольнику или шаблону.

Фиксирование на поверхности металла точек при разбивке деталей, а также нанесение центров отверстий перед сверлением производят кернером (тычком), который представляет собою стальной стержень с закаленным и заточенным под углом в 60° концом. Кернение производится ударом молотка по кернеру, поставленному в нужной точке перпендикулярно поверхности металла (рис. 66, *е*).

При разметке окружностей и дуг в центре каждой окружности сначала при помощи

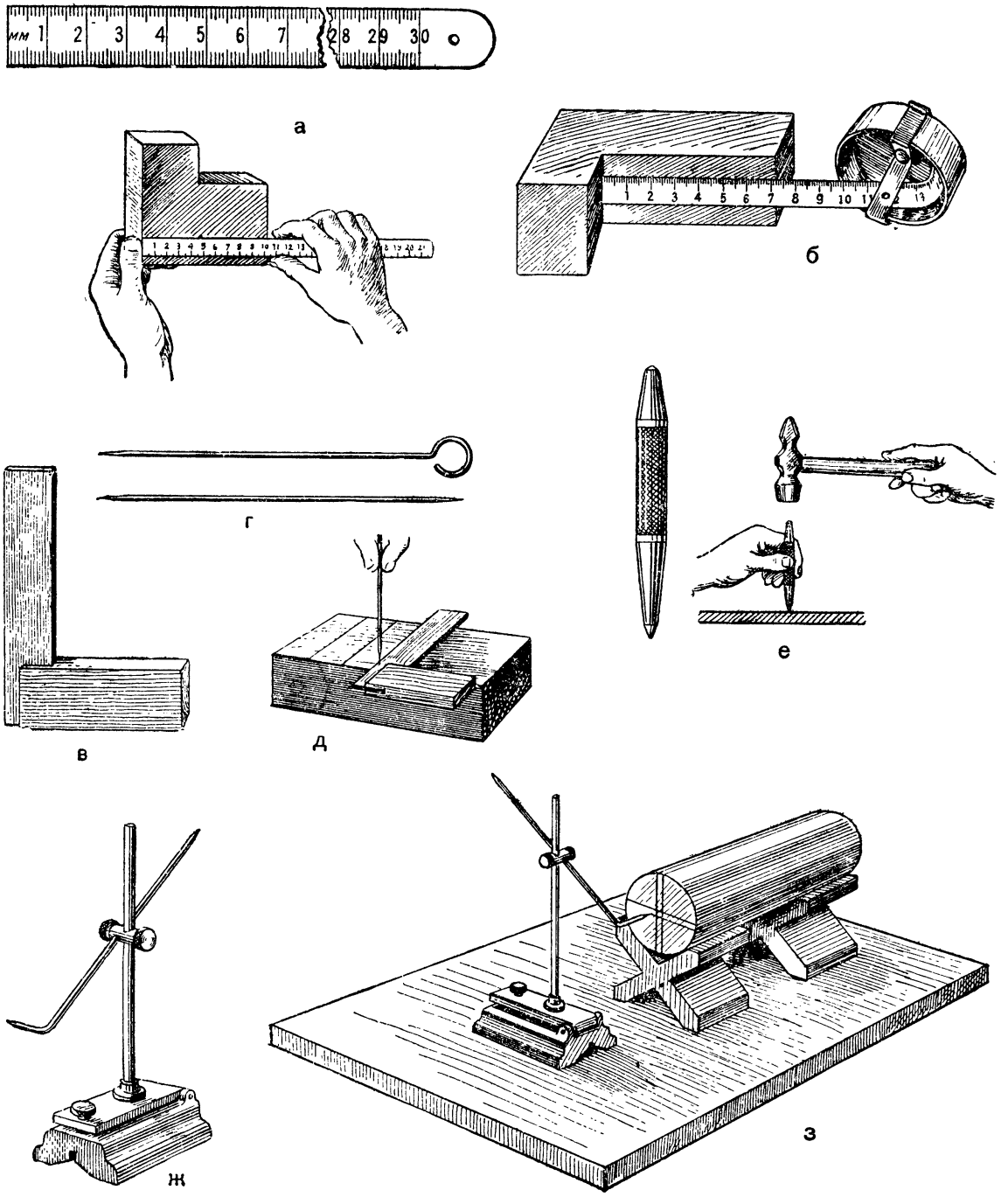


Рис. 66. Разметочный и контрольно-измерительный инструмент:

а — стальная масштабная линейка и способ измерения размеров детали; *б* — измерение детали при помощи стальной рулетки; *в* — слесарный угольник; *г* — чертилки, или графилки; *д* — разметка детали при помощи угольника и чертилки; *е* — кернер (слева) и разметка центров отверстий при помощи кернера (кернение); *ж* — слесарный рейсмус; *з* — разметка при помощи слесарного рейсмуса на стальной плите.

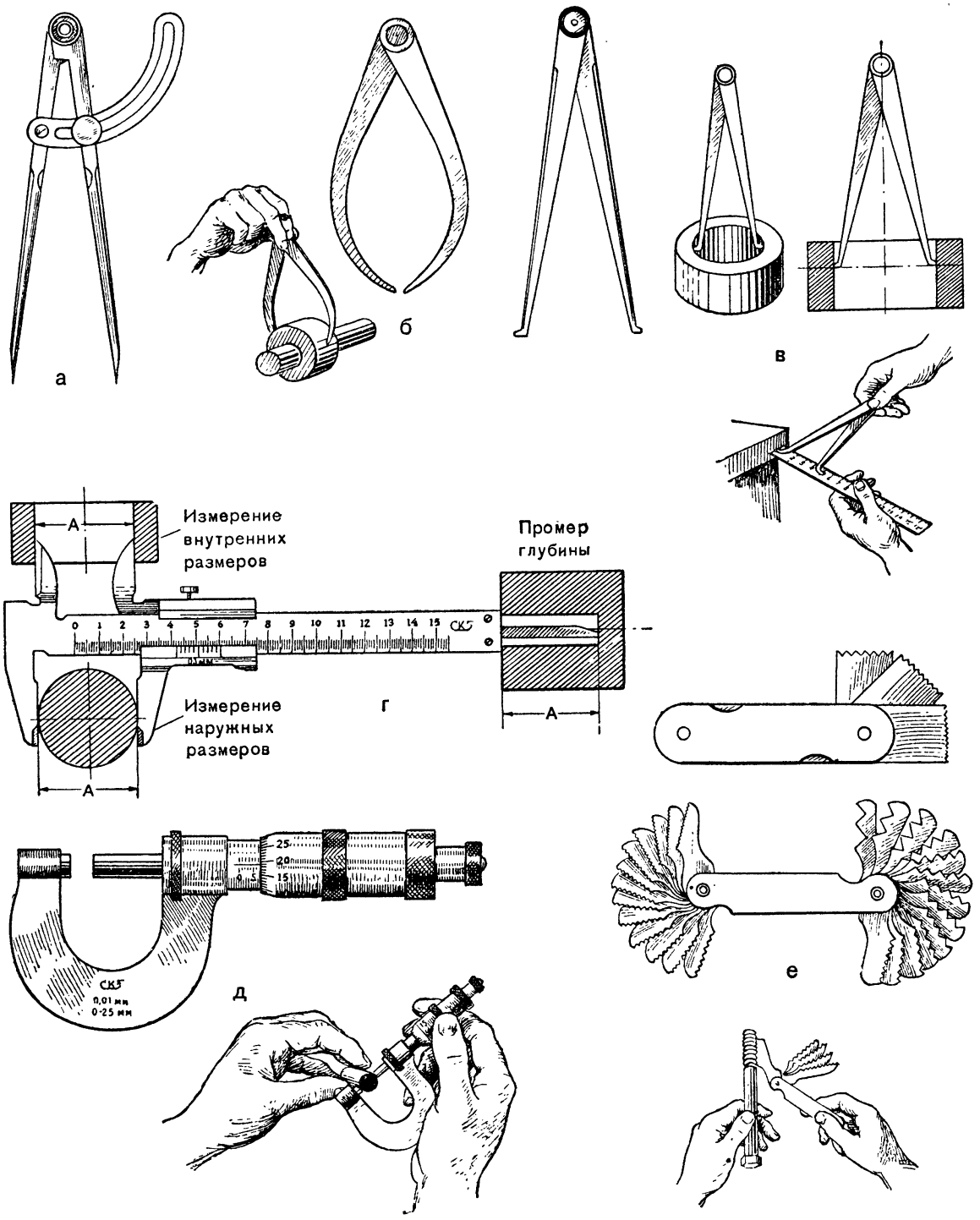


Рис. 67. Контрольно-измерительный инструмент:

а — слесарный циркуль; *б* — кронциркуль и приемы измерения наружного диаметра детали; *в* — нутромер и измерение с его помощью внутренних размеров детали (справа показано правильное положение нутромера в отверстии, внизу — определение величины измеренного диаметра детали); *г* — штангенциркуль и измерение наружного диаметра и внутренних размеров различных по форме деталей; *д* — микрометр (внизу — прием измерения диаметра детали); *е* — резьбомеры и пользование ими при измерении резьбы на винтах.

кернера ставят керн. Одну ножку слесарного циркуля помещают в этот керн, а другой очерчивают окружность или дугу нужного радиуса. Для того чтобы риски, наносимые при помощи чертилки, были четкими, хорошо заметными, поверхность металла перед разметкой покрывают раствором медного купороса (сернокислой меди). На стакан воды следует взять две чайные ложки медного купороса.

Для разметки различных линий на поверхности цветных металлов и сплавов — алюминия, дюраля, латуни, меди — лучше применять обыкновенный черный (но не цветной и не химический) остро заточенный карандаш.

Для некоторых приборов и моделей бывает необходимо изготовить сложные по форме и количеству отверстий детали из листового металла — алюминия, латуни, жести, дюралюминия. Разметка таких деталей требует прочерчивания на поверхности металла большого количества вспомогательных осевых и контурных линий и рисок, которые впоследствии приходится зашлифовывать, затрачивая на это много времени и сил. В таких случаях нередко можно с успехом воспользоваться следующим приемом. Поверхность металлического листа оклеивается бумагой, на поверхности которой острым твердым карандашом и чертежным циркулем производится вся разметка. По этой разметке производят кернение, сверлят отверстия, опиливают края детали. При этом бумага предохраняет лицевую поверхность изготовляемой детали от повреждений. По окончании работы бумагу с готовой детали смывают водой, лучше горячей.

Рейсмус (или рейсмас) применяют для разметки на деталях параллельных линий или линий, расположенных в плоскостях, параллельных плоскости разметочной плиты, на которой устанавливаются детали и перемещается рейсмус. Рейсмус (рис. 66, *ж*) состоит из массивного основания и стойки, со стальной чертилкой.

Установив чертилку по масштабной линейке (рис. 66, *з*) на нужной высоте, пододвигают рейсмус острием чертилки вплотную к заготовке, установленной на той же разметочной плите, что и рейсмус. Двигая затем рейсмус по плите вдоль заготовки, получают на последней риску, параллельную поверхности разметочной плиты или стола, если разметка производится непосредственно на столе.

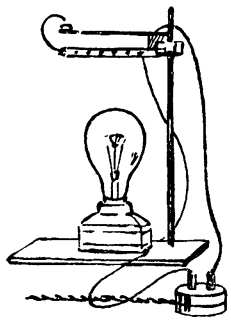
Для измерения линий и разметки пользуются слесарным циркулем, кронциркулем и нутромером (рис. 67). Каждый из этих инструментов состоит из двух ножек, соединенных на одном конце шарниром. Эти инструменты дают возможность переносить отрезки заданной длины с масштабной линейки на деталь и, наоборот, после измерения отрезков на детали или чертеже определять их длину, прикладывая циркуль (кронциркуль, нутромер) к масштабной линейке. Циркуль, кроме того, служит для нанесения на металлические детали окружностей и дуг, а также для разбивки на поверхности металла осей и контуров деталей с помощью графических построений (засечек).

Значительно большую точность измерения (от 0,1 до 0,02 *мм*) юные техники получают, применяя штангенциркуль со специальным приспособлением для увеличения точности отсчетов — нониусом. На рисунке показаны приемы измерения наружного и внутреннего диаметров и внутренней высоты стенки металлических деталей цилиндрической формы с помощью штангенциркуля.

Обычно у юных техников возникают затруднения в пользовании нониусом. Для того чтобы в наглядной форме раскрыть членам кружка принципы устройства нониуса и провести необходимые упражнения в отсчетах по нему, рекомендуется воспользоваться учебной моделью нониуса. Такая модель выпускается для оборудования школьных физических кабинетов, но ее можно изготовить и своими силами в любом техническом кружке.

Для измерения небольших металлических деталей с большой точностью (до 0,01 *мм*) применяется микрометр (рис. 67,*д*).

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ КРУЖОК



Физика — одна из основ современной техники. Постройка приборов и моделей, демонстрирующих любой раздел физики, позволяет наглядно показать, какое применение находят физические законы в практической жизни, в технике, в промышленности, в быту. Работа советских физиков самым тесным образом связана с многочисленными и разнообразными отраслями народного хозяйства. Без применения основ физики немыслимо осуществить автоматические и телемеханические устройства, постройку и работу заводов-автоматов и т. д.

Одним из наиболее ярких примеров применения автоматики является производство и распределение электрической энергии на мощных гидростанциях при помощи телемеханических устройств, расположенных за десятки километров. Только на основе знания физических законов достигается непрерывное усовершенствование производственных процессов. Так, например, скорость обработки металлов резанием в настоящее время достигает скорости самолета. Скорость специальных моторов для шлифовки равна 120 тысячам оборотов в минуту.

Очень большое значение имеет применение в технике высоких и низких температур, давлений, частот, напряжений и т. д. Достижения электронной физики позволили сконструировать точные приборы, использующие гамма-лучи, автоматически регулирующие концентрацию пульпы на мощных земснарядах.

Физические явления окружают нас на каждом шагу. Все, что мы видим вокруг, — автомобили и троллейбусы, вагоны метро и лестницы движущегося эскалатора, высотные здания и мосты, машины и двигатели на фабриках и заводах — все это работает на основе практического применения физических законов, лежащих в основе любой конструкции, строения или архитектурного сооружения.

Знакомясь с работой мотора автомашины, двигателем внутреннего сгорания, мы видим, как практически осуществляются законы теплотехники. Устройство шестерен и зубчатых колес подтверждает законы механики, электрохозяйство автомобиля — законы электротехники, а пневматика — законы газов и атмосферного давления.

Задача физико-технического кружка — пробудить у учащихся любознательность, пытливость, желание изучать физические явления, сделать своими руками интересную модель, демонстрационный прибор, учебное пособие.

Руководитель физического кружка должен стремиться к тому, чтобы путем опытов, наблюдений, развития конструкторских навыков у кружковцев и расширения их общеобразовательного кругозора воспитывать у юных техников любовь к знанию, к наукам и научить их применять эти знания на практике. Только живая, интересная работа кружка, углубляющая учебный материал, проходимый в школе, знакомящая пионеров и школьников на наглядных примерах с важнейшими открытиями и изобретениями, экскурсии в музеи и на предприятия привлекут к занятиям многих пионеров и школьников.

Физико-технический кружок организуется в школах, домах и дворцах пионеров, на технических станциях юных техников.

Занятия кружка проходят в специально оборудованной комнате или в школьном физическом кабинете. Стены рабочей комнаты рекомендуется оформить портретами ученых, щитами, таблицами физических величин и т. д. На щитах необходимо показать

приборы и наглядные пособия из различных разделов физики. Под каждой фотографией или рисунком, на которых изображен общий вид модели или прибора, даются краткие указания о технических показателях модели, ее основные размеры и кратко рассказывается об областях применения.

Помимо настенного оформления, необходимо в рабочей комнате организовать небольшую выставку моделей и приборов. Задача выставки — показать работу моделей и приборов в действии. Приборы и модели, демонстрируемые на выставке, должны быть несложными и доступными для изготовления даже малоопытному кружковцу и в то же время полезными для школьных занятий. Для того чтобы выставка привлекала внимание посетителей, интересно применить фотореле, включающее приборы в момент подхода к выставочному стенду, заголовок выставки можно сделать с бегающими буквами и т. д.

Записав в кружок всех желающих, руководитель проводит первое организационное занятие. На занятии, проходящем в форме живой беседы, руководитель рассказывает о плане работы кружка и на конкретных примерах показывает, что любой физический закон, на основе которого работает модель или прибор, находит применение в настоящих машинах и конструкциях. На этом же занятии руководитель знакомит кружковцев с открытиями русских ученых, коротко останавливается на самых значительных их работах, обращает внимание учащихся на возможность изготовления в кружке тех моделей и приборов, которые позволяют повторить работы этих ученых. Рассказывая, например, о П. Н. Яблочкове, руководитель кружка может показать действующую модель свечи Яблочкова, разъяснить, в чем смысл изобретения, какая разница между свечой Яблочкова и дугой Петрова, посоветовать кружковцам изготовить модели и приборы, в которых применялась бы свеча.

Закончив вступительную беседу, руководитель выясняет интересы каждого кружковца, узнает, какую модель или прибор он хотел бы построить. Если кружковец желает изготовить прибор, принципы работы которого ему понятны, руководитель может сообщить ему дополнительные данные о приборе, порекомендовать возможную конструкцию этого прибора, указать область применения прибора, соответствующую литературу. Если руководитель видит, что выбранная модель соответствует возрасту и объему знаний кружковца, он может с целью развития творческих и конструктивных навыков учащегося дать ему возможность самостоятельно разработать тему.

Но чаще бывает так, что кружковец не знает, что ему делать. Тогда руководитель согласно плану работы кружка предлагает ему тему, пользуясь темником и альбомами, в которых собраны чертежи, фотографии и рисунки самодельных приборов.

Когда темы выбраны, руководитель разъясняет кружковцам, что постройка любой модели или прибора требует знания основных приемов конструирования и технического расчета, объясняет им, как делается чертеж и рисунок, и дает задание каждому кружковцу подобрать из рекомендуемой литературы или сделать самостоятельно рисунок (эскизный чертеж) намеченной к изготовлению модели.

Проверив на следующем очередном занятии кружка, как выполнено задание, и обсудив вместе с кружковцами размеры, масштабы и конструктивные узлы будущей модели и прибора, руководитель дает следующее задание: дополнительно к рисунку и чертежу написать подробную спецификацию материалов и деталей, необходимых для изготовления модели или прибора.

Таким образом, прежде чем начать практическую работу кружка, руководитель должен добиться, чтобы каждый кружковец имел:

1) законченный рисунок, набросок или чертеж изготовляемой им модели или прибора с указанием соответствующих размеров;

2) подробную спецификацию всех материалов и деталей, необходимых для изготовления модели, прибора;

3) рабочую тетрадь, в которую будут заноситься все теоретические сведения, элементарные расчеты, необходимые для конструирования, рекомендуемая литература и другие данные, получаемые кружковцем на занятиях кружка.

Вся практическая работа кружка проходит в рабочей комнате, поэтому на ее оборудование необходимо обратить особое внимание. Рабочая комната по возможности должна быть оснащена хотя бы самым необходимым современным техническим оборудованием: небольшим токарным станочком, сверлильным станком, несколькими большими тисками, укрепленными на прочном верстаке.

Совершенно обязателен распределительный силовой щиток, на котором смонтированы электроизмерительные приборы: вольтметр и амперметр, основной рубильник, включающий ток в розетки, установленные на столах, предохранитель и несколько штепсельных розеток. На щитке также должен быть и автотрансформатор, дающий возможность получать токи различного напряжения. Все открытые токонесущие провода и рубильники закрывают предохранительными кожухами.

В числе особо необходимых испытательных приборов должен быть счетчик оборотов. С его помощью определяется количество оборотов электромотора или двигателя любого другого типа. Знание числа оборотов двигателя необходимо для расчета редуктора, который определяет скорость движения конструируемой модели, например автомобиля, электропоезда и т. д. Среди испытательных аппаратов желательно иметь электроизмерительные приборы: вольтметр, амперметр и омметр. Желательно, чтобы в физико-техническом кружке хотя бы на второй год его работы был оборудован специальный испытательный стенд, на котором были бы смонтированы все необходимые приборы для определения технических показателей любой построенной модели. На стенде должны быть электроизмерительные приборы, счетчик оборотов, приборы для определения мощности электромотора, простейший вибратор для проверки моделей на прочность и некоторые другие приборы, перечень которых указан в тематическом плане.

Для практической работы понадобятся соответствующие материалы и инструменты (см. раздел «В мастерской конструктора»).

Занятия физико-технического кружка проводятся по программе. Однако утвержденной программы для этого кружка пока нет. Обычно ее составляют сами руководители кружков. В этом сборнике в «Приложении» приводится примерный тематический план, который можно положить в основу работы кружка.

Этот план рассчитан на 2 года занятий. Теоретические беседы проводятся одновременно с практической работой кружковцев по изготовлению различных моделей и приборов, перечень которых также приводится в тематическом плане, данном в «Приложении».

Теоретические сведения включают следующие темы:

Первая тема, «Физика и ее значение», раскрывает значение физики как одной из важнейших основ техники. Руководитель кружка должен на конкретных примерах показать, что только знание физики дает возможность инженерам и конструкторам строить новые машины, механизмы и комплексные устройства. Необходимо указать также, что если физика играет важную роль в развитии техники, то и развивающаяся техника расширяет область физических наблюдений и позволяет открывать новые явления природы.

Руководитель рассказывает, как используются физические законы в различных отраслях народного хозяйства, как физика помогает производству, о том, что, например, рабочему-металлисту физика нужна для того, чтобы знать свойства обрабатываемого металла, а моряку — для изучения условий кораблевождения, законов движения волн и работы корабельных двигателей; трактористу же и комбайнеру знание физики необходимо для того, чтобы понимать работу сельскохозяйственных машин. На занятиях по этой теме руководителю необходимо широко осветить работы советских физиков, указав передовую роль советской науки и техники.

Теоретические сведения должны иллюстрироваться демонстрацией диафильмов, освещающих применение физики в науке, технике и промышленности.

Второй темой, «Конструирование моделей и приборов», начинается практическая работа кружка. Задача руководителя состоит в том, чтобы разъяснить кружковцам основные принципы конструирования моделей и приборов, наглядно показать, что все многообразные и сложные машины и механизмы состоят из различных комбинаций простых механических элементов. Руководитель подробно останавливается на простых механизмах и показывает на моделях их конструктивное устройство, знакомит с расчетом сил, действующих в них, с техническими условиями применения механизмов в технике и промышленности; подробно объясняет, отчего зависит коэффициент полезного действия модели, рассказывает о нагрузках на различные узлы модели, о шарикоподшипниках, о соотношении частей в модели и т. д. Из этой темы кружковец впервые узнает о значении технического чертежа.

Вторая часть этой темы, «Основные части и детали машин», должна дать кружковцам

первоначальное практическое представление об основных частях машин и о том, как их использовать при постройке моделей. На конкретных примерах руководитель показывает, в каких именно машинах применяются коленчатые валы, шатуны, эксцентрики и т. д. (Примером применения рычага и кривошипа может служить швейная машина; примером сцепления отдельных деталей при помощи зубчатых колес — механизм часов и т. д.)

Третья часть этой темы посвящается подробному разбору работы различных двигателей, их недостатков и преимуществ. Руководитель объясняет возможность и целесообразность применения в модели того или иного типа двигателя. Особое внимание должно быть уделено принципу устройства и работы инерционного двигателя (использование энергии маховика) как чрезвычайно простого для постройки отлично действующих моделей.

Помимо беседы, проводятся одна-две экскурсии на производство.

В начале беседы по третьей теме, «Измерительная техника», руководитель рассказывает о значении измерений в технике, науке и промышленности, приводит ряд примеров. Например, сталевар для получения хорошей стали должен знать количество металлов, загружаемых в печь, и периодически измерять температуру плавки. Строитель, строя здание, измеряет отвесом и уровнем правильность кладки кирпича. Метеоролог для предсказания погоды измеряет скорость ветра, высоту облаков, температуру воздуха и т. д. В быту мы измеряем время, расстояние и т. д.

Руководитель подчеркивает важность измерений при постройке моделей и приборов и знакомит кружковцев с устройством и применением различных измерительных инструментов.

При проведении занятий по четвертой теме, «Материаловедение», необходимо подготовить образцы различных материалов, на которых можно было бы наглядно показать механические свойства металла, пластмасс, дерева, стекла и т. д. Говоря о различных свойствах дерева и металла, желательно хотя бы на самых примитивных приборах показать эти свойства. При проведении экскурсий по этой теме полезно познакомить кружковцев в производственной лаборатории какого-либо завода с работой гидравлического пресса, машин, испытывающих материал на разрыв, кручение и т. д. Знакомство кружковцев с измерительной техникой, а также с конструированием не ограничивается только данной беседой, а продолжается в процессе производственной работы кружка в течение всего года.

Проводя беседу по теме «Механика и ее свойства» (пятая тема), необходимо теоретически обосновать законы механики, привести конкретные примеры, характеризующие различные виды движения. Так, в качестве примера кругового движения можно взять движение поезда, идущего по закруглению. Движение стержня, соединяющего ведущие колеса паровоза, явится примером поступательного движения. Говоря о равномерном движении, можно остановиться на движении эскалаторов метро, движении стрелок часов и т. д. Рассказывая о «скорости», руководитель должен показать, какое значение имеет скорость в технике и в быту, подчеркнуть, что одной из задач техники является борьба за увеличение скорости (например, скоростное резание металла, скоростные плавки стали и т. д.).

Раздел «Передача и преобразование движения» желательно объяснить на действующих моделях различного вида передач: этот раздел был уже затронут во второй теме, здесь же необходимо углубить этот материал.

Вторая часть беседы по этой теме посвящается применению основных законов механики (трех законов Ньютона) в технике. По первому закону, инерции, необходимо привести конкретные примеры из области техники, поставить перед кружковцами вопросы: например, что произойдет, если машина внезапно остановится? Почему колеса автомобиля буксуют на гладком льду? Для подтверждения закона инерции руководитель должен рассказать об опыте Галилея и предложить кружковцам для решения несколько задач по теме «закон инерции», затрагивающих наиболее характерные области жизни и техники.

Второй закон Ньютона необходимо также проиллюстрировать примерами. Например, у берега пруда стоит плот. На плот входит человек и начинает багром отталкиваться от берега. Чем сильнее он нажимает на багор, тем быстрее плот отходит от берега. Скорость движения плота зависит от массы плота. Чем она больше, тем медленнее плот будет отходить от берега.

Несколько демонстрационных опытов руководитель должен проделать над движением тел под действием различных сил.

Так же подробно разбирается и третий закон Ньютона. Говоря о центробежных силах, надо привести многочисленные примеры применения их в технике, рассказать о сепараторе, применяемом для отделения сливок от молока, о сушильных машинах, о центробежных регуляторах и т. д.

Шестая тема, «Давление и его законы», должна быть раскрыта на многочисленных, наиболее характерных примерах. Объясняя связь между давлением, площадью опоры и силой, можно очень наглядно показать это на принципе передвижения шагающего экскаватора, подсчитав давление на землю, производимое лыжами. Эта тема может быть проиллюстрирована при помощи научно-популярных фильмов, показывающих работу гидравлического пресса, работу советских водолазов при подъеме судов. В качестве примеров, помогающих кружковцам лучше понять эти законы, руководитель может сослаться на устройство шлюзов, водопровода, работу компрессоров, окраску промышленных изделий при помощи сжатого воздуха и т. д.

Проводя беседу по седьмой теме, «Тепловые машины», необходимо более подробно остановиться на конструкциях паровых машин и турбин, их применении в технике и возможности применения в качестве двигателей для модели. Руководитель должен поставить перед кружковцами несколько конкретных творческих задач: как сконструировать солнечный двигатель, как использовать простейшие реактивные двигатели в моделях, подчеркнуть огромное применение в технике двигателей внутреннего сгорания и в популярной форме рассказать о принципах их работы. На занятиях по этой теме интересно остановиться на кпд тепловых двигателей и других машин, рассказать о реактивных двигателях и возможности межпланетных путешествий.

В восьмой теме, «Энергия», необходимо особо подчеркнуть роль энергетики, познакомить кружковцев с принципами действия и устройством различного типа двигателей (ветряных, паровых, внутреннего сгорания и т. д.), с производством электроэнергии и тепла, с принципами действия и работы электрических машин, передачей энергии на расстояние, с преимуществом двигателей трехфазного тока, с измерением электроэнергии, с применением электроэнергии в автоматике и телемеханике, рассказать об электростанциях, теплоцентралях и различных видах применения электроэнергии.

Не менее важно остановиться и на таких вопросах, как применение в технике высоких давлений, температур, высоких напряжений и использовании атомной энергии в мирных целях.

Девятая тема плана, «Электричество в технике и быту. Электромагнитные явления», должна быть подана очень широко. Электричество проникло всюду, и об этом надо подробно рассказать. Мощные электровозы, метро, новые источники света, гигантские электромоторы, электротракторы, врубовые машины и многое другое является ярким примером практического применения законов электричества.

На последнем, заключительном занятии руководитель подводит итоги работы кружка, намечает дальнейшие перспективы работы, вместе с кружковцами планирует организацию итоговой выставки.

Тематический план предусматривает и общественно-полезную работу кружковцев, тематика которой должна быть составлена с учетом интересов кружковцев. Возможные формы и объекты этой работы: телефонизация и радиофикация школы, пионерского лагеря, подшефного колхоза, постройка метеостанции и работа на ней, постройка оросительной системы в помощь юным натуралистам и т. д.

КОНСТРУИРОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ И ПРИБОРОВ

Любая модель состоит из многих деталей, компоновка которых (взаимосоединение) допускает самые различные конструктивные решения. Поэтому задача конструктора состоит в том, чтобы научиться правильно производить элементарный расчет модели, находить выгодное соотношение размеров, умело располагать отдельные узлы и детали и подбирать соответствующий материал.

Проводя беседу о принципах конструирования, руководитель кружка должен разъяснить кружковцам, что:

1. Конструируя прибор, нужно стремиться к тому, чтобы закон, на основе которого

действует прибор, был ясен и понятен при демонстрации этого прибора.

2. Лучшим прибором считается тот, действие которого понятно без объяснения.

3. Прибор должен быть демонстрационным.

4. При конструировании прибора или модели необходимо учитывать факторы, способствующие наилучшему действию прибора.

Но вот модель выбрана, изготовлены эскизные чертежи или рисунки, и перед кружковцами возникает вопрос: каковы же должны быть размеры модели? Чтобы решить этот вопрос, необходимо ясно представить себе назначение модели. Если модель предназначена для демонстрации тех или иных законов физики на уроке в школе, то размеры ее должны быть такими, чтобы каждая крупная деталь была хорошо видна из самых дальних уголков класса. Основные узлы должны выделяться и быть ярко покрашены.

Если модель предназначена для индивидуального пользования во время лабораторных работ, размеры ее совершенно иные, а отделка более простая. Яркая раскраска такой модели нецелесообразна, так как она будет отвлекать внимание работающего.

Если в кружке строится мощная паровая машина и для получения нужного количества пара потребуется паровой котел большой вместимости, то это уже предопределяет размеры всей модели; изготовление свечи Яблочкова наталкивает конструктора на мысль, что размеры этого прибора не могут быть очень большими, так как главная задача здесь — получить яркое пламя.

Не менее важно правильно подобрать материалы, из которых будет выполнена модель. Если модель предназначена для постоянного пользования, например, в физическом кабинете школы, ее нужно строить из наиболее прочных и ценных материалов: из хороших сортов дерева и таких металлов, как латунь, медь, бронза и т. д. Если же модель необходима только для проведения опыта или для временной лабораторной работы, ее можно выполнить из дешевых сортов фанеры, обрезков жести и т. д. Однако ни в коем случае не следует думать, что применение более дешевых или подсобных материалов снижает качество работы модели или ухудшает ее внешний вид.

Подбирая материалы для постройки моделей, не нужно забывать и о подсобных материалах: консервных банках, катушках из-под ниток, от фотопленки, обрезках пластмассы и т. д.

Постройка любой модели или прибора всегда требует предварительного расчета, хотя бы элементарного. Цель расчета — получение наибольшего коэффициента полезного действия от модели. Большинство моделей в кружке строится по чертежам, помещенным в различных руководствах. Обычно руководитель требует от кружковцев, чтобы они как можно точнее выдержали все рекомендуемые размеры, расположение деталей и т. д. Однако практика показывает, что часто точное выполнение модели по описанию невозможно. Например: по заданным условиям кружковцам необходимо изготовить электромагнит для модели из специального трансформаторного железа. Такого железа в распоряжении кружка не имеется, есть только простая жесть. Ухудшится ли качество электромагнита, если железо заменить жестью, и можно ли допустить эту замену? В данном случае такая замена возможна. Но руководитель кружка должен разъяснить юным техникам, что величина магнитной проницаемости трансформаторного железа значительно выше, чем у жести. Поэтому для получения необходимой величины магнитного потока в электромагните необходимо изменить сечение сердечника и количество витков обмотки. Чтобы произвести такой расчет, нужно в процессе работы приучать кружковцев пользоваться соответствующими справочниками, графиками и номограммами, применение которых позволяет производить все эти расчеты быстро и с достаточной точностью.

Приведем второй пример. Кружковец по самостоятельным расчетам построил модель фонтана по теме «Сообщающиеся сосуды». С целью более эффективной работы фонтана он поднял бак с водой на большую высоту, рассчитывая, что чем выше помещен бак, тем сильнее будет напор воды. Но трубка, соединяющая бак с фонтаном, имела очень небольшой диаметр, и фонтан работал плохо: струя воды была очень низка. В этом случае руководитель должен разъяснить кружковцу, что плохая работа фонтана объясняется небольшим поперечным сечением соединяющей трубки, и должен подсказать ему пути правильного расчета. Только в том случае, когда руководитель кружка будет на каждом шагу разъяснять целесообразность и необходимость расчета и на конкретных примерах показывать, как

это надо делать, качество моделей и их кпд намного повысятся.

Всякая модель должна иметь какую-то опорную плоскость (основание), на которой тем или иным способом крепятся главнейшие детали и узлы. Такое основание может быть сделано из дерева, металла и в отдельных моделях — из картона, пластических масс и т. д.

Изготовление оснований почти всегда дает возможность руководителю проверить, какими же практическими навыками и умениями обладают кружковцы. От качества этой работы в значительной степени зависит внешний вид будущей модели. Хорошо изготовленное основание уже обязывает кружковца так же тщательно отделать остальные детали и узлы модели. Плохо сделанное основание приучает его к небрежности и резко снижает качество модели.

Основное внимание в данном случае руководитель должен обратить на правильность углов и внешнюю первичную отделку поверхности. Если основание деревянное, его надо хорошо выстругать, а если металлическое, то отшкурить и соответственно обработать (смотри обработку и отделку дерева и металла в соответствующих разделах книги).

Основание прибора или модели делается из простых сортов дерева или толстой фанеры и должно быть устойчивым.

Когда основание готово, кружковцы приступают к креплению на нем соответствующих деталей, дополнительных опорных плоскостей, стоек, производят разметку основания, сверление и другие операции для установки клемм, гнезд и т. д.

Особое внимание кружковцев следует обратить на важность тщательной разметки. Если прибор или модель будет изготовляться в массовом количестве, можно рекомендовать применение шаблонов. Например, в кружке изготовляется комплект приборов для лабораторных работ по теме: «Параллельное и последовательное соединение ламп и сопротивлений». По условиям лабораторных работ прибор должен иметь несколько переключений в схеме. Переключение производится с помощью однополюсных вилок с проводниками, вставляемых в гнезда, укрепленные в различных частях основания. Для разметки отверстий для гнезд применяется шаблон, который изготовляется из плотного картона, жести или другого подходящего материала. На нем тщательно размечаются центры необходимых отверстий. Отверстия просверливаются, шаблон накладывается на основание будущего прибора и карандашом через отверстия шаблона производится разметка. Аналогичные шаблоны применяются и при других работах.

Изготовление мачт. При постройке очень многих моделей, например подвесной канатной дороги, подъемных кранов, сетевых опор для модели электростанции и т. д., всегда возникает вопрос о конструкции мачт, являющихся основной крупной деталью в этих моделях. Постройку таких сооружений можно рекомендовать из деревянных реек, соединенных на клею фанерными накладками (рис. 1). Технология изготовления мачт состоит в следующем.

На большом листе бумаги, лучше всего на миллиметровке, вычерчивается в натуральную величину одна плоскость такой мачты. Затем на бумагу кладут вертикальные и горизонтальные отрезки деревянных реек, нарезанных по размерам чертежа, и скрепляют их фанерными накладками. Обычно рейки делают размером 6×6 *мм*. Получается одна сторона мачты. Таким же способом изготовляют остальные три стороны основания. Все четыре стороны основания соединяют фанерными накладками и получают квадратный, суженный к одному краю конус.

Конструкции мачт могут быть не только деревянными, но и металлическими, спаянными из отрезков железной и медной прово-

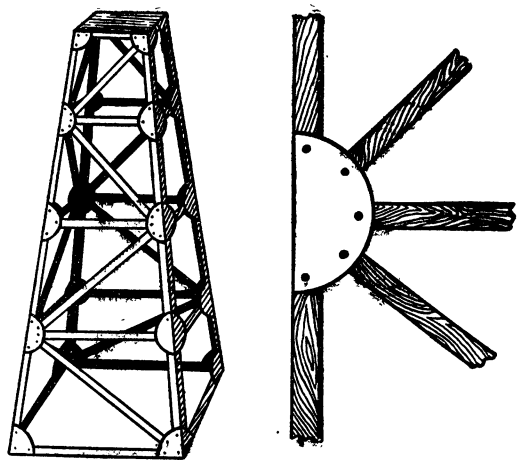


Рис. 1. Конструкция мачты из деревянных реек.

локи различного диаметра. Диаметр проволоки зависит от высоты мачты и предполагаемой нагрузки. Технология сборки мачт из проволоки такая же, как и при изготовлении мачт из реек. Отрезки проволоки накладывают на лист бумаги, на котором вычерчена одна из плоскостей мачты, и в местах стыков пропаивают.

Широко применяются мачты, спаянные и склепанные из уголкового профилированного железа (жести). В отдельных случаях для деталей, несущих небольшую нагрузку, применяют мачты, склеенные из профилированного плотного картона.

Изготовление колес, блоков, шкивов и роликов. Простейший способ изготовления колес — это склеивание их из бумажных полосок. Для этого берется бумага и режется на полоски (можно использовать телеграфную ленту и серпантин). Каждая полоска на конце смазывается клеем и навивается на круглую палочку до тех пор, пока не будет получен кружок нужного диаметра (рис. 2,*а*). Выдавливая пальцами различные слои бумаги, можно получить колесо любого профиля (рис. 2,*б*). После этого колесо опускается в жидкий столярный клей, в масляный или спиртовой лак и просушивается. Высушенное колесо шлифуется шкуркой. Очень хорошие колеса можно сделать из фанеры. Для этого из 3—4-миллиметровой фанеры выпиливают лобзиком или вырезают кругорезом три кружка нужного диаметра, склеивают их вместе и для прочности сбивают мелкими гвоздиками.

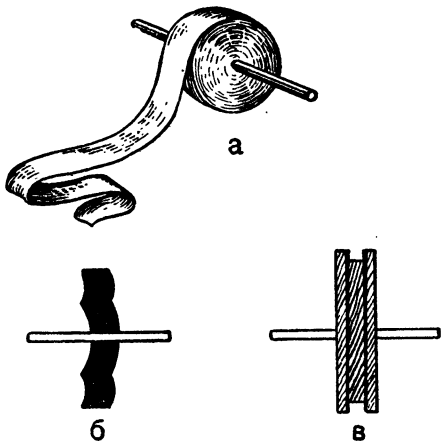


Рис. 2. Изготовление колес и блоков:

а — заготовка колеса из бумажной полоски; *б* — выгибание бумажного колеса; *в* — блок из фанерных кружков.

Если один из трех кружков (средний) взять меньшего диаметра, то после склеивания их получится блок или шкив (рис. 2, *в*).

Наиболее качественные колеса, блоки и шкивы могут быть выточены на токарном станке или отлиты из металла (свинца, цинка и др.) в гипсовых или деревянных формах.

Маховики и их применение. Во многих конструкциях моделей применяются маховики. Инерционная сила приведенного в движение маховика очень значительна и может быть использована как источник энергии для приведения в движение многих моделей. Модель корабля, в котором в качестве двигателя применен маховик, раскручиваемый бечевкой, может проплыть очень большое расстояние. Маховик, насаженный на ось даже самого небольшого электромотора, во много раз повышает его мощность. Применение маховика в качестве жироскопа позволяет построить модель однорельсовой электродороги, электровоза и т. д.

Маховики и жироскопы могут быть или выточены на токарном станке, или отлиты из металла в гипсовых формах.

Изготовление соленоидов. Соленоид рассчитан на работу от батарейки карманного фонаря и имеет размеры, указанные на рисунке 3,*а*. Соленоид представляет собой катушку, на которую наматывается 500—600 витков провода в эмалевой изоляции диаметром 0,3—0,4 *мм*.

Соленоид может быть применен в моделях подъемного крана при поворотах стрелы, в модели семафора, в моделях автомобиля и корабля для рулевого управления: поворота модели вправо и влево (рис. *3,б*) и многих других моделях.

Катушка соленоида вытачивается из дерева или клеится из картона. Внутренний диаметр катушки равен 6,5 *мм*. В катушке свободно двигается выточенный из мягкого железа или подобранный из подходящих материалов стержень (плунжер), длина которого 80 *мм*, а диаметр 6 *мм*. Для увеличения тягового усилия соленоида с одного конца катушки плотно забивается кусочек мягкого железа длиной 10 *мм*.

Крепление соленоидов к модели производится при помощи угольников или скобок.

Намотка пружин. Для намотки пружин можно использовать простое приспособление, укрепляемое в тисках (рис. 4). В толстый деревянный брусок вбиваются две стойки из проволоки диаметром 5—6 *мм*. В согнутых в кольца верхних концах этих

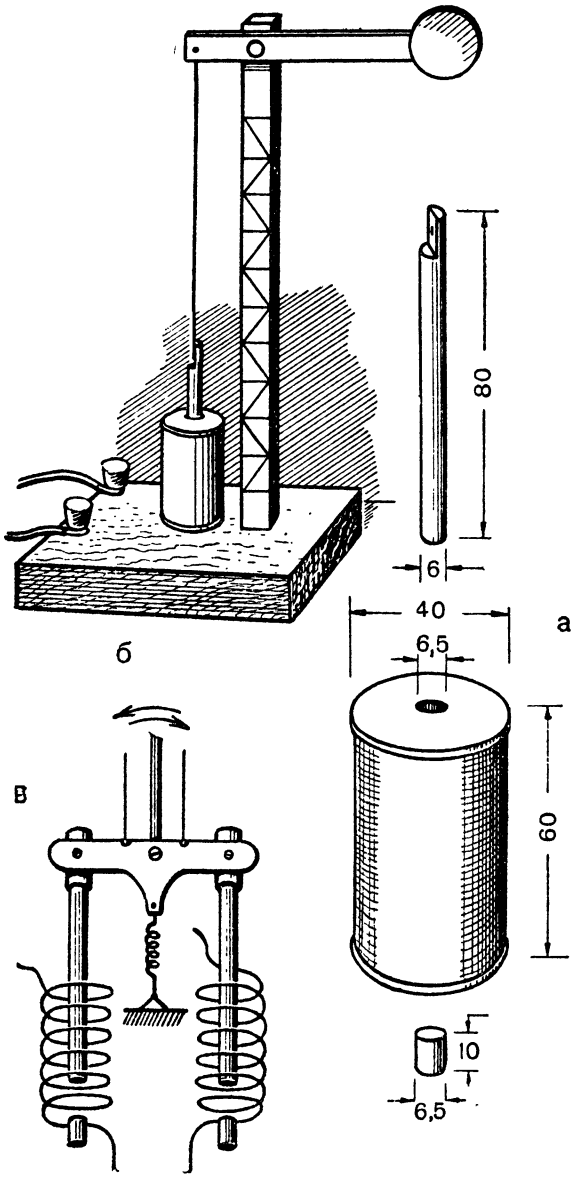


Рис. 3. Соленоид и его применение в моделях:

а — изготовление соленоида; *б* — применение соленоида в модели семафора; *в* — применение соленоида для поворота модели вправо и влево.

стоек вращается горизонтальный вал, диаметр которого зависит от диаметра пружины. В валу сделано отверстие для закрепления конца пружины. Пропускается проволока по канавке в деревянном бруске и прижимается губками тисков.

Стальные пружины диаметром 3—4 *мм* применяются в качестве приводных ремней,

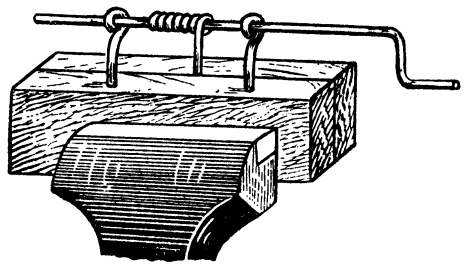


Рис. 4. Намотка пружин.

стальные пружины большего диаметра используются для динамометров, пружины из проволоки с большим сопротивлением (никель, нихром, константан и др.) для реостатов и нагревательных приборов.

Самодельная изоляционная лента. При проведении опытов, требующих временных соединений электрических цепей, рекомендуется пользоваться самодельной изоляционной лентой. Изготовляют ее следующим образом: кусок полотняной ткани режут на полоски шириной 10 *мм* и пропитывают горячим воском, расплавленным в металлической посуде. Для удаления излишка воска полоски протягиваются между куском картона и краем посуды, в которой они пропитывались. Изготовленная лента не засыхает и обладает хорошими изоляционными свойствами.

Бумажный коллектор применяют для модели электромотора. Для его изготовления берут плотную бумагу (типа чертежной) и нарезают ее полосками шириной 10—15 *мм*. Затем одну сторону смазывают клеем и накручивают на ось мотора до тех пор, пока не получат цилиндр нужного диаметра. После этого его перетягивают ниткой и просушивают.

Отверстия в стекле. Чтобы сделать отверстия в стекле, берут горсть чистого мелкого песку, увлажняют его водой и укладывают горкой на стекле на том месте, где нужно сделать отверстие. Остро заточенной палочкой делают внутри песочной горки конус до стекла. В получившуюся песочную форму выливают расплавленное олово. Стекло треснет точно по размерам внутреннего дна песочного конуса.

Трубки из медной проволоки. Очень хорошие металлические трубки любого профиля для паропроводов паровых машин, моделей фонтанов и т. д. можно изготовить из медной проволоки. Проволоку зачищают шкур-

кой и навивают плотно виток к витку на деревянную палочку нужного диаметра. После этого намотанная проволочная спираль смачивается паяльной кислотой и погружается в расплавленное олово на несколько секунд. Затем спираль вынимают, стряхивают с нее излишнее олово. Когда спираль остынет, с деревянной палочки снимают получившуюся трубку.

Для трубок с изгибами проволочную спираль снимают с деревянной палочки, придают ей руками нужный изгиб и после этого, смочив кислотой, погружают в расплавленное олово.

Серебрение деталей. Для серебрения деталей применяют использованный фотографический фиксаж, смешанный с тальком. Масса должна по густоте напоминать сметану. Предназначенную для серебрения деталь тщательно очищают от грязи и жира и при помощи полотняной тряпочки натирают фиксажнотальковой смесью. По высыхании деталь полируется суконкой.

Инфракрасный фильтр. Для многих опытов по разделам физики: свет, теплота, оптика и т. д., необходимо применять фильтр, пропускающий только инфракрасные лучи. Таким свойством обладает стекло, покрытое раствором марганцево-кислого калия.

Изготовление простейших подшипников. Простые, но хорошие подшипники для моделей могут быть изготовлены из проволоки. На ось, для которой предназначены подшипники, наматывают 5—6 витков медной проволоки диаметром 1—1,5 *мм* и полученную спираль пропаивают оловом. Подшипники вставляют в соответствующие места стоек. В таких подшипниках прочно держится смазка.

Гальваническое покрытие при помощи кисти. Для серебрения или никелирования мелких металлических деталей в моделях и приборах можно рекомендовать гальваническую кисточку. Для этого берется толстая кисточка для акварельных красок и к ее металлическому ободку, касаясь волосков, прикрепляется голым проводом кусочек металла, которым покрывается деталь (рис. 5). Другой конец провода присоединяют к плюсу батареи. Деталь соединяется с минусом батареи.

Теперь необходимо приготовить раствор. Для этого в небольшой стеклянный сосуд, наполненный серной кислотой, бросают кусочки металла, которым хотят покрыть деталь. Концентрация раствора будет достаточной, как только прекратится реакция.

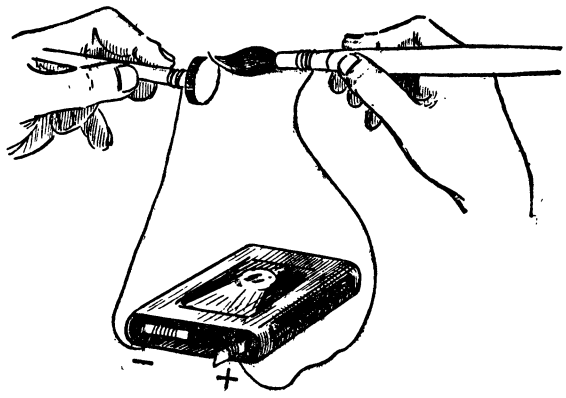


Рис. 5. Гальваническое покрытие при помощи кисти.

Приступая к покрытию детали, надо хорошенько смочить кисть в растворе и водить ею по детали, как при покраске. По окончании покрытия деталь промывается водой, высушивается и для придания блеска натирается кусочком шерстяной материи.

Покрывают деталь при напряжении в 4 *в*, получаемом от батарейки карманного фонаря. Для более крупных деталей напряжение берут от аккумулятора.

Изготовление стеклянных цилиндров. Для изготовления стеклянных цилиндров, стаканов и воронок из бутылок различного диаметра применяют простое приспособление. Берут отрезок проволоки от электрической плитки (нихром, никель, константан) длиной 30—35 *мм* и обертывают им бутылку по черте разреза так, чтобы концы полученной петли не соприкасались друг с другом (рис. 6). Линию отреза намечают острой гранью напильника. Проволочная петля включается через ламповый или проволочный реостат в сеть переменного тока и накаливается докрасна. Как только проволока накалится и нагреет стекло, ток выключается, бутылка обливается холодной водой и стекло в месте нагрева разламывается.

Вырезывание стеклянных кружков. Небольшие стеклянные кружки для калейдоскопов, треугольников, призм и т. д. вырезаются следующим способом: на тонкое оконное стекло наклеивается бумажная фигура, которую необходимо вырезать. В одну руку берется стекло, в другую обыкновенные ножницы, и обе руки опускаются по плечи в бочку, наполненную водой или в ванну. Под водой тонкое листовое стекло режется ножницами, как картон. Вырезы-

вание производится по контурам наклеенной бумажной фигуры.

Переключатель кулачкового типа. Простейшим видом переключателя может служить кулачковый переключатель, устроенный так, что при вращении металлической оси укрепленный на ней изолированный эксцентрик замыкает пружинящие контакты, прижимая одну пружинящую пластинку к другой (рис. 7).

Для сложной комбинации переключений на оси может быть установлено несколько эксцентриков. Во избежание спекания контактных участков пластин в местах соприкосновения рекомендуется напаять кусочки серебра.

Изготовление цилиндров. Цилиндры для моделей паровых машин, насосов различных типов и т. д. могут быть изготовлены из стеклянных пробирок и бутылок, нарезанных описанным выше способом из отрезков металлических трубок, из бамбуковых палок. Наиболее точные цилиндры делают из металлических ружейных гильз. Для моделей макетного характера можно изготовить цилиндры из склеенной плотной бумаги, пропитав ее парафином.

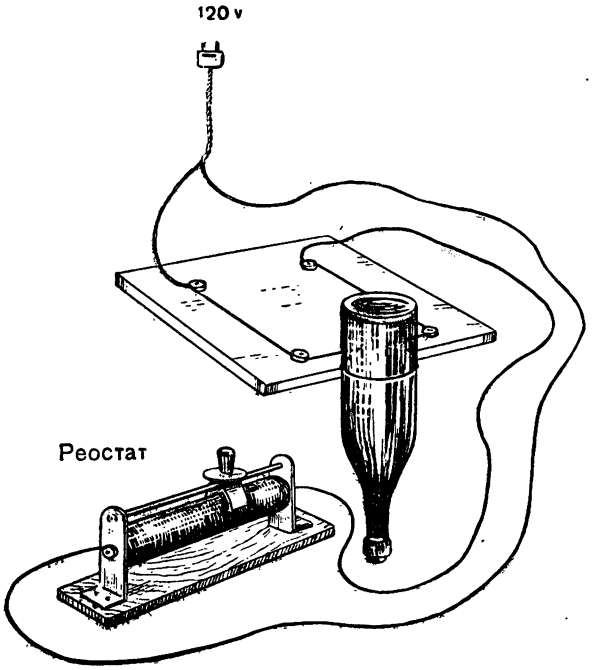


Рис. 6. Прибор для резки стекла.

Намагничивание магнитов. Постоянные магниты, используемые в моделях динамомашин, электромоторов и т. д., со временем или по причинам неправильной эксплуатации теряют свою силу и тем самым значительно уменьшают кпд модели.

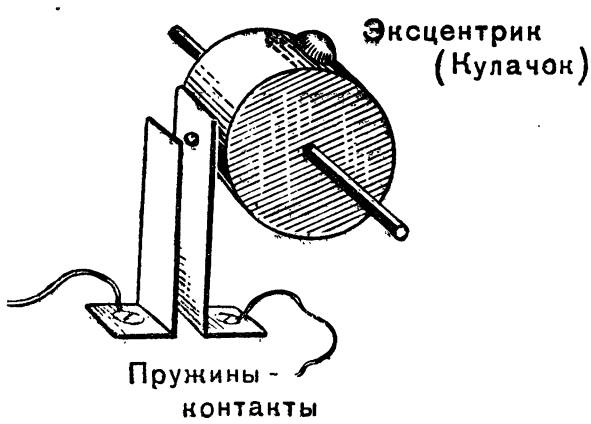


Рис. 7. Переключатель кулачкового типа.

Для намагничивания магнитов переменным током 120—220 *в* берут две катушки и наматывают на них по 100—150 витков провода ПБД диаметром 0,8—1,2 *мм*.

Катушки соединяются последовательно и надеваются на стержни подковообразного магнита. Полюса магнита замыкаются железной пластинкой. Катушки на мгновение через последовательно включенный в цепь отрезок очень тонкой проволоки диаметром 0,1 *мм* или полоску станиоля включают в сеть переменного тока. Намагничивание происходит в момент перегорания станиоля. Для получения надлежащей силы магнита намагничивание повторяют несколько раз (рис. 8).

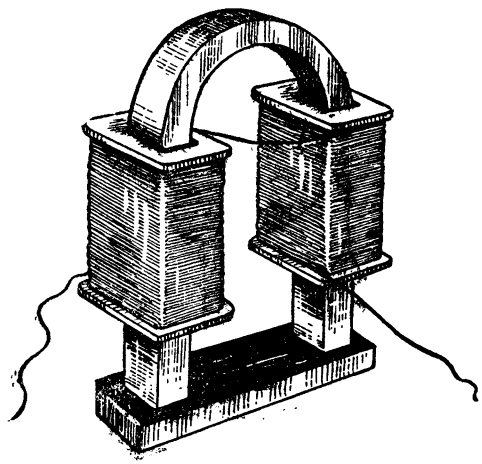


Рис. 8. Намагничивание магнитов.

МОДЕЛИ, ПРИБОРЫ И ФИЗИЧЕСКИЕ ОПЫТЫ

Свою практическую работу в кружке юные физики начинают с изготовления простейших приборов и моделей, которые являются их первым шагом на пути к конструированию. Поэтому в этой главе мы даем описание не только сложных моделей, но и простейших.

При постройке моделей руководитель должен помнить, что размеры и отдельные узлы приведенных в этой главе моделей и приборов могут быть усложнены или переработаны в зависимости от творческих замыслов конструктора.

ПРОСТЕЙШИЕ ПРИБОРЫ И МОДЕЛИ ПО ФИЗИКЕ

Модель блочных весов (рис. 9). Прибор состоит из деревянного блока диаметром 300 *мм*, в котором у края окружности выпилено отверстие диаметром 50 *мм* и залито свинцом. По окружности блока выбрана канавка, по которой движется бечевка. Один конец бечевки наглухо закреплен на блоке, к другому концу подвешена чашка весов. Через отверстие в центре блок при помощи винта привернут к вертикальной деревянной стойке так, чтобы он мог легко вращаться. Высота стойки 600 *мм*, сечение 50×50 *мм*. Стойка прибивается к деревянному основанию размером 200×200 *мм*. После изготовления весы градуируются с помощью гирек различного веса. Гирьки накладывают на чашку весов, а на шкале, наклеенной на диск, пишут цифру каждого деления в граммах. Около шкалы на стойке укрепляется стрелка-указатель.

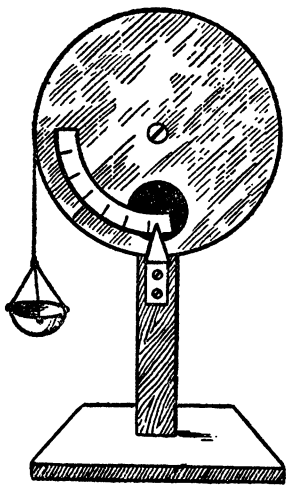


Рис. 9. Модель блочных весов.

Модель реактивной тележки (рис. 10). Этот прибор демонстрирует третий закон Ньютона. Тележка прибора, на которой укреплена стеклянная пробирка, выгибается из толстой жести или алюминия. Приблизительные размеры тележки: длина 120 *мм*, ширина 70 *мм*. В качестве колес могут быть использованы катушки от ниток или от фотопленки, вращающиеся на осях из проволоки диаметром 3—4 *мм*. При нагревании воды при помощи спиртовки пар, образовавшийся в пробирке, выбрасывает пробку, и тележка откатывается назад. При демонстрации опыта необходимо принять меры предосторожности и не забивать пробку очень туго, иначе возможен разрыв пробирки.

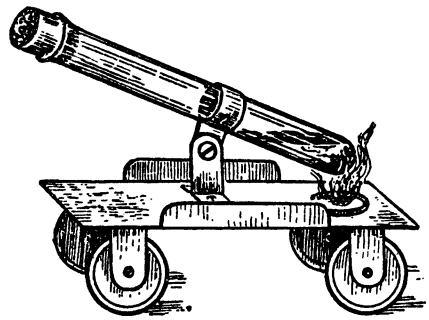


Рис. 10. Модель реактивной тележки.

Модель электрического телеграфа. На горизонтальном основании прибора укреплен подковообразный электромагнит, сердечник которого можно согнуть из железного стержня длиной 120 *мм* и диаметром 10—12 *мм* или собрать из полосок жести. Сердечник на концах ровно опиливается, и на каждый его керн, оклеенный бумагой, наматывается 5 рядов медной проволоки диаметром от 0,5 до 0,8 *мм* в любой изоляции (рис. 11).

Посредине основания установлена деревянная стойка, к которой привернут свободно качающийся рычаг. На одном конце рычага точно над сердечником электромагнита укреплена железная пластинка, на другом — карандаш. Слева от вертикаль-

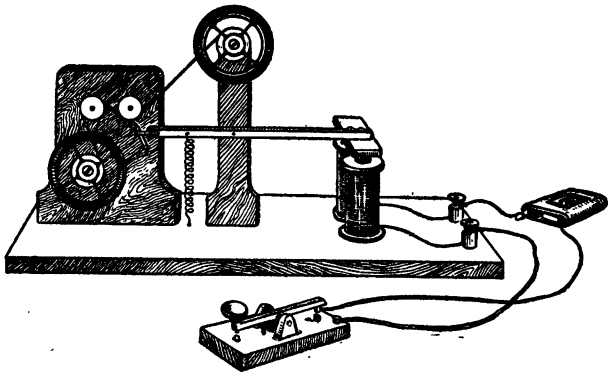


Рис. 11. Модель электрического телеграфа.

ной стойки рычаг оттягивается пружиной, регулирующей расстояние между пластиной и электромагнитом. При включении тока пластинка притягивается к электромагниту и карандаш прикасается к бумажной ленте, двигающейся между двумя деревянными роликами, укрепленными на второй вертикальной стойке.

Бумажная лента сматывается с катушки, укрепленной на верхнем конце первой стойки, и наматывается на катушку второй стойки. Для передвижения ленты применяют самодельный электромотор или часовой механизм. Для демонстрации работы телеграфа нужно построить два прибора с добавлением к ним телеграфных ключей. При включении тока в электромагнит последний притягивает пластинку рычага, и в зависимости от длительности включения тока карандаш оставляет на бумажной ленте знаки в виде точки или черточки, комбинация которых воспроизводит буквы телеграфной азбуки.

Простейший измерительный прибор. Работа прибора основана на принципе использования способности соленоида при прохождении через его обмотку электрического тока втягивать железный сердечник. В зависимости от силы тока сердечник втягивается в катушку на разную глубину и с помощью рычага и стрелки указывает на шкале силу проходящего через катушку тока.

Основная деталь прибора (рис. 12) — катушка соленоида — склеивается из картона или вытачивается из дерева. Размеры катушки зависят от масштаба прибора. Внутренний диаметр катушки равен 6—10 *мм*. В катушку свободно, но не болтаясь, входит цилиндрик, спаянный из жести. Коромысло (рычаг), на котором укреплен цилиндрик, имеет в центре ось, вращающуюся в подшипнике, сделанном из полоски латуни. На одном конце коромысла укреплен цилиндрик, другой конец коромысла удерживается пружиной или полоской резины, натянутой так, чтобы цилиндрик при обесточенной катушке входил в нее на 3—4 *мм*.

При использовании прибора в качестве амперметра на катушку наматывается 80—100 витков провода диаметром 1—2 *мм* в любой изоляции. При использовании прибора в качестве вольтметра на катушку наматывается 500—600 витков провода диаметром 0,2—0,3 *мм*.

Прибор должен быть отградуирован по лабораторному прибору и может быть использован для простейших измерений и лабораторных работ.

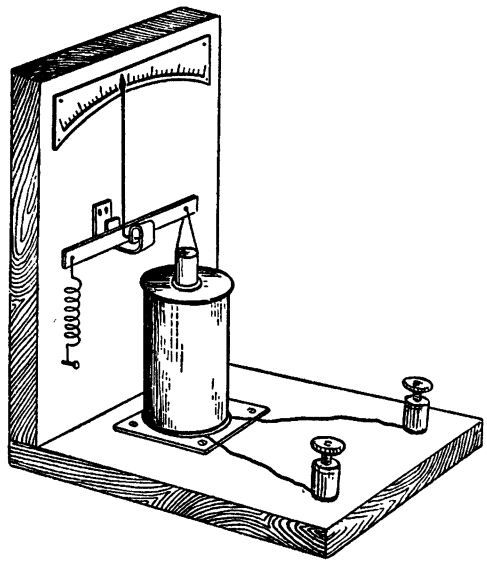


Рис. 12. Простейший измерительный прибор.

Модель паровой турбины (рис. 13). Модель состоит из большого горизонтально установленного котла, в качестве которого используется хорошо пропаянная жестяная консервная банка, паровой турбины, заключенной для получения большего коэффициента полезного действия в кожух, и паропровода — трубки, соединяющей котел с турбиной. Колесо турбины делается из жести, вырезанной в форме круга диаметром 80 *мм*. По радиусам круга делаются прорезы, и кусочки жести, образовавшиеся между

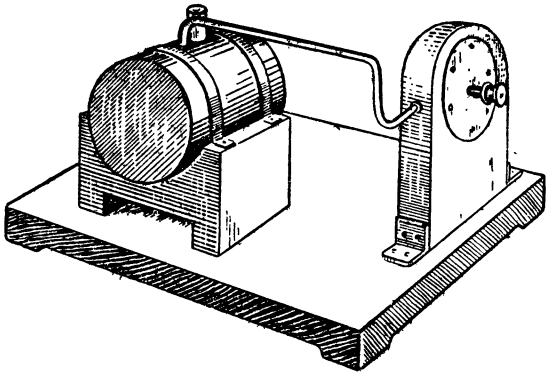


Рис. 13. Модель паровой турбины.

прорезами, изгибаются в форме лопаток. На оси ротора турбины устанавливается шкивок, который можно использовать для приведения в действие небольшой модели. Для подогрева воды используются спиртовки.

Модель рычажных весов (рис. 14). В приборе для показания веса использован Г-образный рычаг, один конец которого является стрелкой-указателем, на втором конце укреплена чашка весов. Конструкция прибора ясна из рисунка.

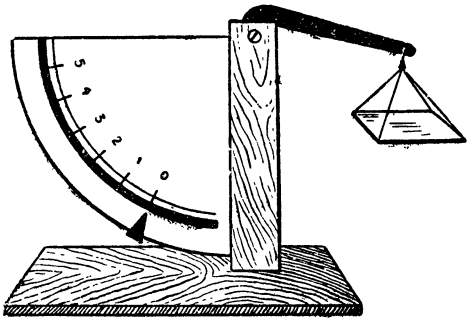


Рис. 14. Модель рычажных весов.

Модель маятника Максвелла с динамометром (рис. 15). Прибор иллюстрирует закон механики: превращение потенциальной энергии в кинетическую и обратно. Соединение маятника с динамометром позволяет поставить чрезвычайно интересную задачу для юных физиков: что будет показывать стрелка динамометра при движении маховичка маятника вверх и вниз? Останется ли указатель динамометра в покое? Если будет двигаться, то в какую сторону?

Конструктивные данные модели: ось для маятника делают из стальной проволоки длиной 120 *мм*, диаметром 4 *мм*; на расстоянии 100 *мм* от каждого конца по диаметру оси просверливают два отверстия диаметром около 2 *мм*, в эти отверстия продевают концы прочной нити длиной по 800 *мм*; на стальную ось туго насаживают диск-маховичок диаметром 140 *мм*, сделанный из толстой доски или фанеры толщиной 12 *мм*. Высота стоек модели — 1 200 *мм*. Динамометр — школьного типа.

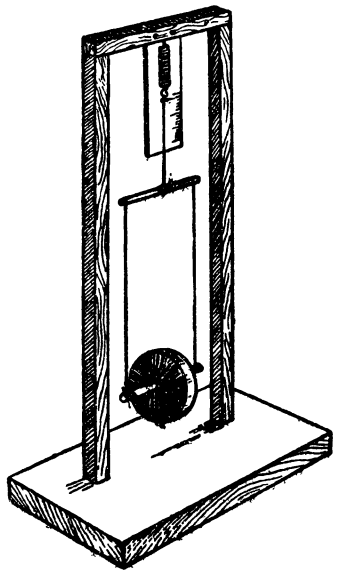


Рис. 15. Модель маятника Максвелла с динамометром.

Биметаллическое реле (рис. 16). Прибор предназначен для демонстрации неодинакового теплового расширения различных металлов.

На основании прибора, изготовленного из деревянной дощечки или толстой фанеры, укреплены патрон с лампочкой на 120 *в* и деревянная стойка, по которой перемещается деревянный брусок с биметаллической пластинкой. Пластинка состоит из полосок железа и цинка, склепанных вместе медными или железными заклепками. Длина полосок 150 *мм*, ширина 10 *мм*, толщина от 0,3 до 1 *мм*. Одним своим концом биметаллическая пластинка привертывается шурупами к деревянному бруску цинковой полоской

вниз, ко второму концу пластинки приклепывается изогнутый дугообразно контакт из медной проволоки.

Когда прибор в нерабочем положении, проволочный контакт прикасается к медной или железной полоске, укрепленной на том же бруске, над биметаллической пластинкой. Биметаллическая и контактная пластинки включены последовательно в цепь электрической лампочки мощностью 200 *вт*.

Включенная электролампочка своим теплом нагревает расположенную над ней биметаллическую пластинку, которая изгибается в сторону металла, обладающего большим коэффициентом теплового расширения, и отключает проволочный контакт от контактной пластинки. Лампа гаснет, биметаллическая пластинка остывает, принимает горизонтальное положение, затем опять включает лампочку, и все явления повторяются. Таким образом, лампочка периодически гаснет и загорается. Частота миганий может регулироваться изменением расстояния между биметаллической пластинкой и лампочкой при помощи передвижения деревянного бруска по стойке.

При изготовлении биметаллических реле большое внимание следует уделить изготовлению контактов, с помощью которых происходит замыкание и размыкание электрической цепи с лампочкой.

Образуемая при этом искра сильно разрушает материал контактов, они быстро изнашиваются и окисляются, что влечет за собой нарушение нормальной работы всего реле.

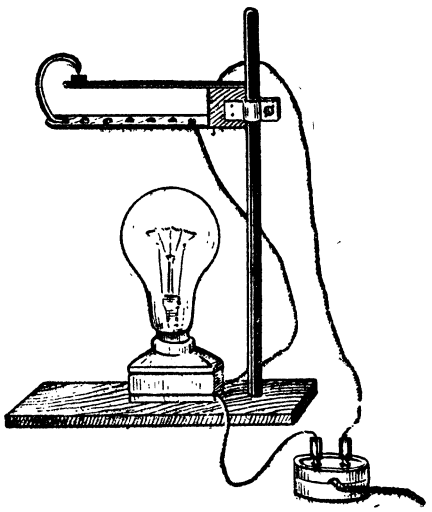


Рис. 16. Биметаллическое реле.

Наиболее устойчивым материалом для контактов является серебро.

Поэтому в тех случаях, когда реле должно работать особенно надежно, к биметаллическим пластинкам приваривается небольшая пластинка из серебра. Электрическая нагрузка на контакты не должна превышать 30—35 *вт*.

Прибор для демонстрации теплового расширения металлического стержня (рис. 17). Прибор состоит из деревянного основания с двумя стойками. На гвозде, вбитом в среднюю стойку и служащем осью, вращается фигурная стрелка, изготовленная из железной полоски толщиной около 1 *мм*. На одном конце в выступ, выпиленный у основания стрелки, с небольшим трением входит металлический стержень диаметром от

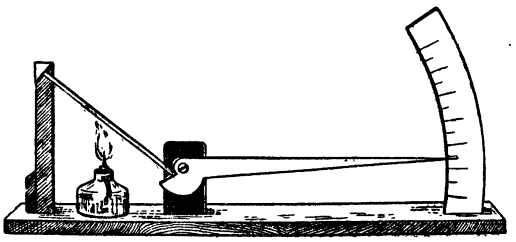


Рис. 17. Прибор для демонстрации теплового расширения металлов.

3 до 5 *мм*. Другой конец стержня вложен в паз второй стойки.

Подогревая стержень над спиртовкой, мы замечаем, как он удлиняется. Степень удлинения стержня фиксируется заостренным концом стрелки, скользящей по циферблату.

Вставляя в прибор стержни, изготовленные из разных металлов, можно наглядно показать их различное тепловое расширение.

Электросирена (рис. 18). Прибор позволяет очень наглядно продемонстрировать магнитное поле переменного тока. Работа его сопровождается звуковым эффектом.

В центре деревянного основания прибора укреплен электромагнит, состоящий из железного стержня диаметром 10—12 *мм* и длиной 50 *мм*. На стержень надета катушка, склеенная из картона с обмоткой из медной изолированной проволоки диаметром 0,4—0,5 *мм*. Необходимое количество витков — 2 000. Над электромагнитом на

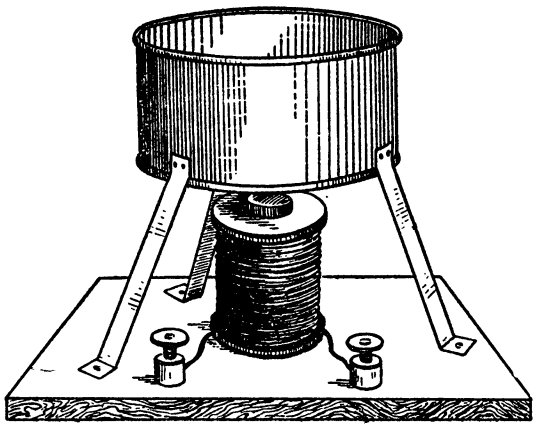


Рис. 18. Электросирена.

трех стойках укреплена открытая сверху круглая коробка из жести (можно использовать консервную банку). Дно коробки должно отстоять от плоскости стержня электромагнита на 2—3 *мм*.

При включении электромагнитов в сеть переменного тока 120 *в* дно коробки начинает вибрировать с частотой тока и издает резкий звук. Громкость звука регулируется изменением расстояния между дном коробки и электромагнитом.

Счетчик оборотов. В практике работы физико-технического кружка часто необходимо подсчитать количество оборотов изготовленного электромотора, витки наматываемого трансформатора и т. д.; сделать это можно с помощью простого самодельного счетчика оборотов, основной деталью которого являются звездочки с 10 зубцами, выпиленные из железа, латуни или дюралюминия толщиной около 1 *мм* (рис. 19). Первая звездочка, показывающая единицы, приводится в движение проволочным рычажком, ось которого соединяется с испытываемым прибором. В звездочку, в зубец, обозначенный цифрой «0», вклепывается короткий железный штифтик, который необходим для передвижения соседней второй звездочки, показывающей десятки. Вторая звездочка, в свою очередь, тоже имеет штифтик, передвигающий третью звездочку, показывающую сотни.

Звездочки при помощи шурупов привертываются одна над другой к деревянному основанию. Таким образом, чтобы штифтик первой звездочки при вращении зацеплялся за зубцы второй и мог ее передвигать, а штифтик второй звездочки — за зубцы третьей и тоже передвигал ее, необходимая высота каждой звездочки над основанием подбирается при помощи шайб.

Вращаться звездочки должны с небольшим трением.

Работает счетчик следующим образом: при вращении основной оси, число оборотов которой отмечает счетчик, ее рычажок задевает за зубцы верхней звездочки и при каждом полном обороте поворачивает ось на один зубец. Через каждые 10 оборотов первая звездочка, показывающая единицы, совершит полный оборот и своим штифтиком повернет на один зубец вторую звездочку, показывающую десятки, а вторая звездочка при полном обороте повернет на один зубец третью и т. д.

Изготовленный механизм устанавливается в коробке, верхняя крышка которой против каждой звездочки имеет окошко. Через него видны зубцы с написанными на них цифрами. Первое окошко на рисунке показывает число сотен, второе — число десятков, третье — число единиц. Наибольшее показание счетчика — 999. Если необходимо отсчитывать не сотни, а тысячи оборотов, счетчик делается с 4 звездочками.

Селектор. Селектор предназначен для автоматического включения моделей, демонстрируемых на выставке. Конструкция его показана на рисунке 20 и состоит из фанерного диска диаметром 100—150 мм, на котором размечены концентрические окружности. По их линиям к диску прибиты мелкими гвоздиками контактные латунные полоски, показанные на рисунке. Наиболее длинная полоска расположена у края диска, каждая из последующих, идущих к центру, сделана более короткой и смещена по отношению к предыдущей под углом в 30°. Количество контактных полосок соответствует количеству демонстрируемых моделей.

По контактным полоскам передвигается ползунок, изготовленный из полоски железа или латуни толщиной 1—2 *мм*. Вдоль одной из торцовых сторон ползунка приклепана или припаяна контактная щетка, изготовленная из тонкой упругой латуни, нарезанной в виде бахромы. От каждой контактной полоски, расположенной на диске, выведен контактный лепесток, который необходим для включения в электрическую цепь демонстрируемой модели. Общий контактный провод присоединен к оси ползунка.

На ось ползунка, вращающуюся в подшипнике, надет шкивок для соединения селектора с электромотором. Для дан-

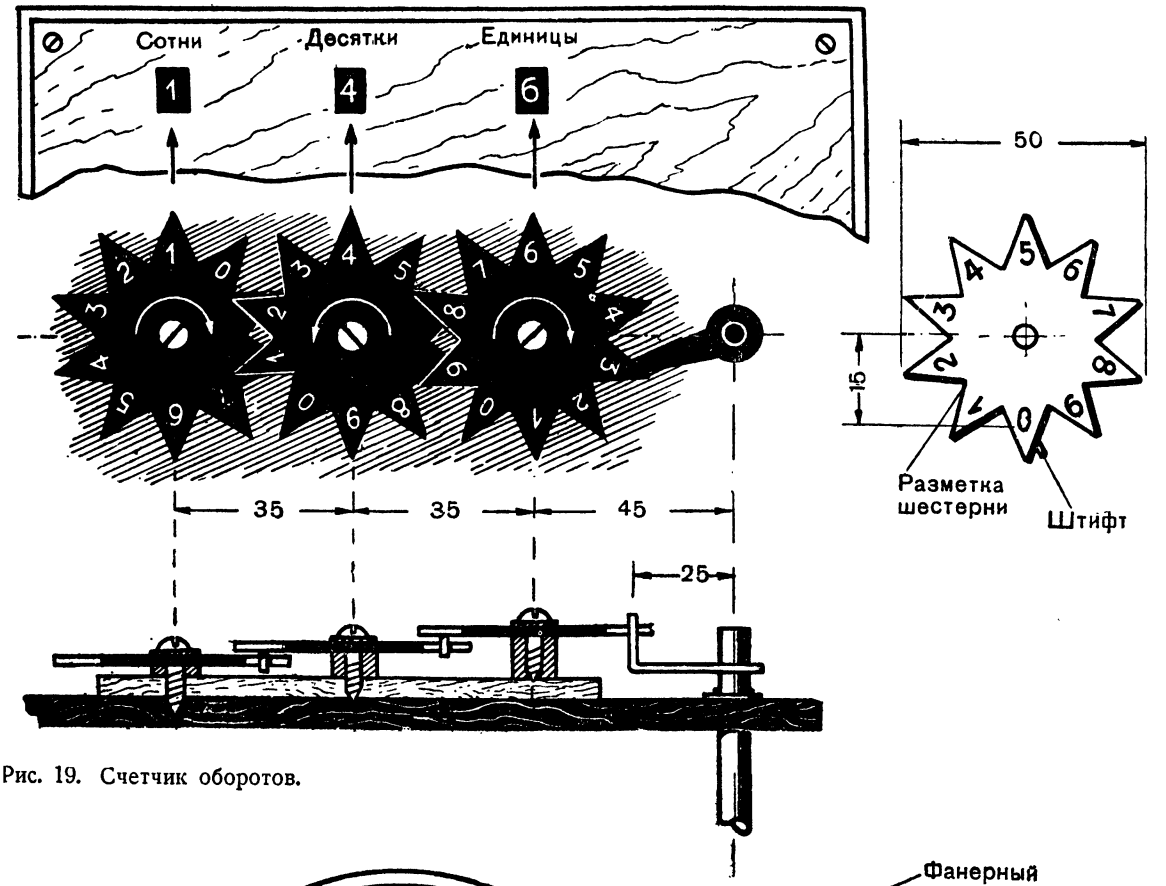


Рис. 19. Счетчик оборотов.

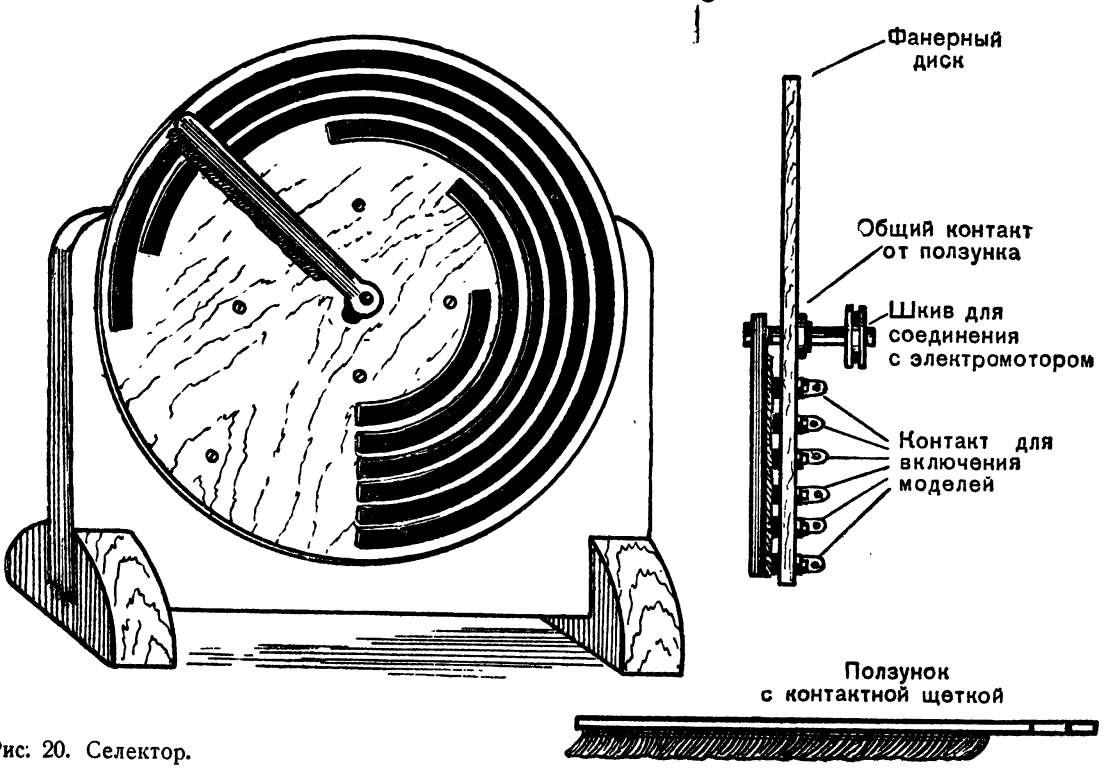


Рис. 20. Селектор.

ной конструкции необходим мотор, дающий от 1 до 10 оборотов в минуту. Очень хороши для этой цели имеющиеся в физических кабинетах школ электромоторчики Уоррена. В случае использования более быстроходных моторов необходимо применить редуктор, снижающий число оборотов.

При включении селектора ползунок, двигаясь, включает сначала модель, соединенную с 1-м контактом, и затем, постепенно передвигаясь, замыкает последующие контакты с включенными в их цепь моделями.

Простейший аэрограф. Изготовленную в кружке модель можно считать законченной только после окончательной отделки. Окраска модели необходима не только для придания ей красивого внешнего вида, но и для предохранения от сырости, грязи и т. д. Наиболее быструю и качественную окраску модели можно произвести при помощи распылителя-аэрографа.

Основной деталью нашей конструкции (рис. 21) является насос, подающий сильную струю сжатого воздуха для распыления жидкой краски. Корпус насоса свертывается из жести или латуни толщиной около 1 *мм* на деревянной болванке подходящего диаметра и в месте стыка пропаивается. По внешнему диаметру получившегося цилиндрического корпуса из того же металла вырезается кружок, в центре которого сверлится отверстие диаметром 5 *мм*. В это отверстие впаивается горизонтальная медная трубочка воздухопровода с внутренним диа-

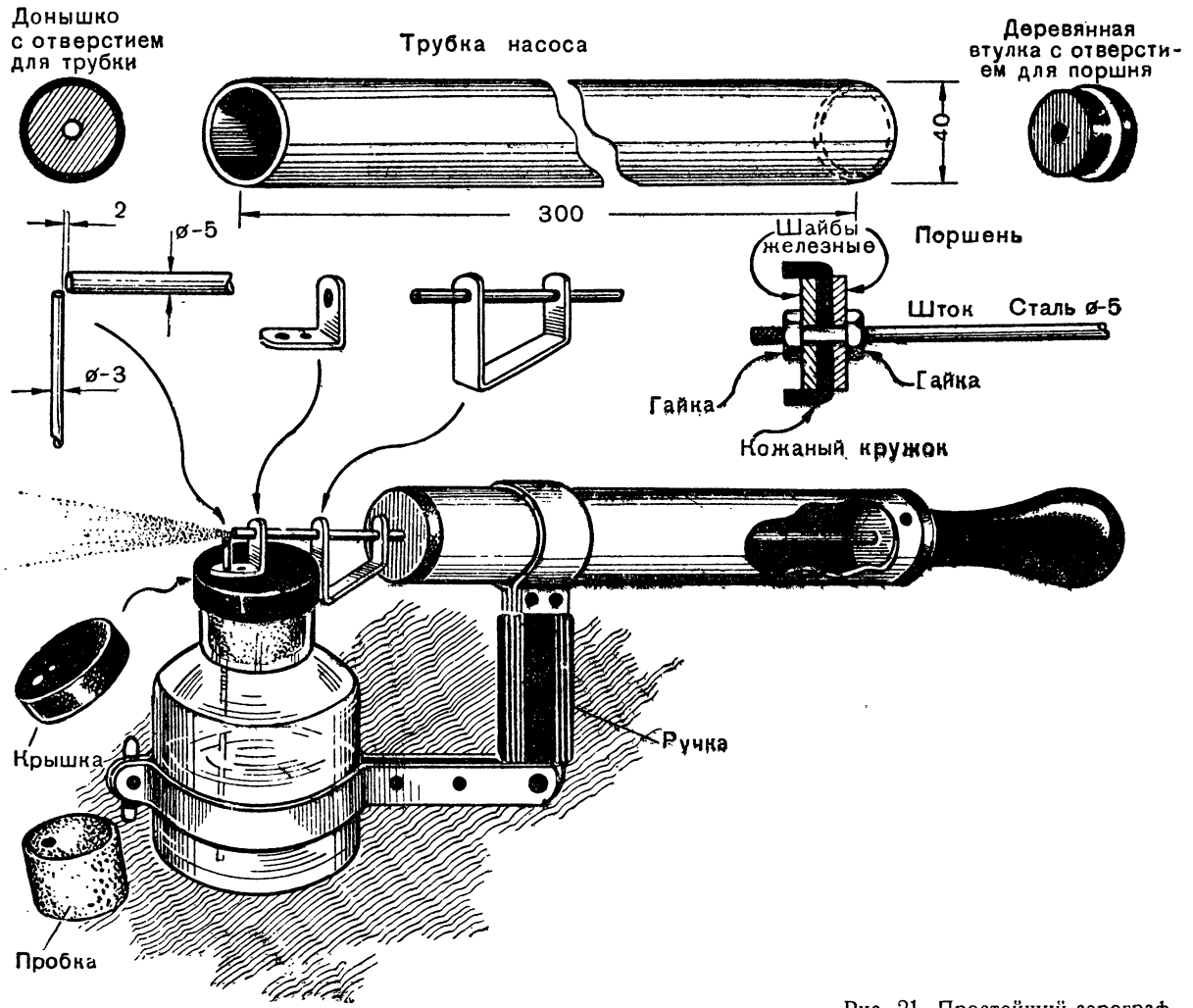


Рис. 21. Простейший аэрограф.

метром около 4 *мм*. Кружок с трубкой припаивается к корпусу, образуя донышко насоса. С другой стороны корпус насоса закрывается деревянной пробкой с отверстием в центре для движения штока поршня. Около деревянной пробки в стенке корпуса сверлится сквозное отверстие диаметром 6 *мм* для притока воздуха.

Поршень насоса состоит из штока — стального прутка диаметром 5 *мм*, на одном конце которого на резьбе при помощи гаек зажимаются две железные шайбы диаметром 35 *мм*. Между ними помещается кружок диаметром 60 *мм*, вырезанный из кожи. Перед тем как вставить поршень в корпус насоса, кожаный кружок размягчается в горячей воде и обжимается вокруг шайбы. На другом конце штока укрепляется ручка.

Изготовленный насос при помощи железных угольников, сделанных так, как показано на рисунке, укрепляется на крышке. Крышка спаяна из жести или латуни по размерам имеющейся в наличии стеклянной банки емкостью от 0,5 до 1 *л*. В крышку под прямым углом к горизонтальной медной трубке воздухопровода впаяна вертикальная трубка с внутренним диаметром 3 *мм* для подачи жидкой краски.

Стеклянная банка заполняется на $^3/_4$ краской, плотно закрывается хорошо подогнанной пробкой, в которой сделано отверстие для пропуска вертикальной трубки, и сверху накрывается крышкой. Краскоподающая трубка должна доставать до дна банки. Если трубка коротка, на нее надевается отрезок резиновой трубки нужной длины. Для жесткого соединения корпуса насоса с банкой служит обойма, изготовленная из полоски железа толщиной 2—3 *мм* и зажатая болтом с гайкой. Во избежание повреждения банки под обойму подкладывается войлочная прокладка. Переходная часть обоймы обматывается бечевкой и служит рукояткой.

Регулировка изготовленного аэрографа сводится к подбору наилучшего расположения горизонтальной и вертикальной трубок. Достигается это перепайкой вертикальной трубки. Для проверки работы аэрографа налейте в банку разведенную разбавителем нитрокраску, приверните насос обоймой и, накачивая насосом воздух, добейтесь того, чтобы краска из трубки разбрызгивалась равномерно мелкими брызгами.

Через аэрограф можно распылять нитроэмали, лаки, анилиновые красители, алюминиевые и бронзовые краски и т. д. Модель должна быть тщательно очищена и зашпаклевана. Покрытие производится 2—3 раза после просушки каждого слоя. Очень важно подобрать правильную концентрацию краски. Слишком густая краска будет плохо распыляться, ложиться на поверхность комками и засорять краскоподающую трубку.

После работы необходимо тщательно промыть подающую трубку. Работу с аэрографом можно вести только на открытом воздухе.

МОДЕЛЬ АВТОМАШИНЫ С ИНЕРЦИОННЫМ ДВИГАТЕЛЕМ

Прежде всего надо позаботиться о двигателе: какой же тип двигателя выбрать для модели. Электрические двигатели требуют применения источников питания (батарей или аккумуляторов), а паровые — энергии (парового котла с топкой).

Если двигатель установлен на стационарной модели и приводит в движение только отдельные ее узлы, а сама модель стоит на месте, применение двигателя с источниками питания, занимающими большую площадь, вполне допустимо. Если же модель движется сама, например автомобиль, модель судна и т. д., то вполне понятно, что двигатель должен быть портативным, без тяжелых и больших по объему источников энергии. В этом случае можно рекомендовать инерционный двигатель, представляющий собой тяжелый металлический маховик, раскручиваемый при помощи бечевки или каким-либо другим способом.

Хорошо отбалансированный и приведенный в движение маховик вращается по инерции очень долго, и его энергия может быть использована для приведения в действие модели.

Двигатель с маховиком устанавливают на модель грузового автомобиля, но его с успехом можно применить и для моделей речных и морских судов, технических игрушек и некоторых других конструкций.

Модель грузового автомобиля состоит из двигателя, шасси и кузова. Общий вид двигателя и его детали показаны на рисунке 22.

Основная деталь — маховик — вытачивается из стали, латуни или бронзы на токарном станке. Диаметр маховика — 65 *мм*, ширина — 20 *мм*. В центре маховика просверливается сквозное отверстие диаметром

4,5 — 5 *мм* и в него тугой посадкой вставляется стальная ось. С одной стороны маховика на оси укреплен шкив, на который наматывается бечевка для запуска двигателя, с другой стороны маховика вплотную к нему на ось надета малая, 10-зубцовая шестерня. С малой шестерней сцеплена вторая, 50-зубцовая шестерня, насаженная на вторую ось. На этой же оси укреплена еще одна 10-зубцовая шестерня, сцепленная еще с одной 50-зубцовой шестерней. Последняя, 50-зубцовая шестерня надета на третью ось, являющуюся ведущей осью задних колес автомобиля.

Применение такой двухступенчатой передачи дает возможность снизить количество оборотов маховика в 25 раз и тем самым увеличить вращающее усилие ведущей оси автомобиля.

Первая и вторая оси механизма вращаются в отверстиях, высверленных в П-образной станине, выгнутой из 2—3-миллиметровой стали и укрепленной на верхней стороне шасси. Для запуска модели в станине около шкива сделан вырез. Третья ведущая ось с шестерней вращается в подшипниках, установленных на нижней стороне шасси. При монтаже станины и подшипников с ведущей осью необходимо обратить особое внимание на точную подгонку частей и обеспечить надежное сцепление всех шестерен.

Чтобы избежать бокового смещения осей, на оси надевают ограничивающие проволочные втулки.

Описываемая комбинация шестерен (число зубцов, диаметр и модуль) не является обязательной. Конструктор модели может взять шестерни с другим соотношением зубцов и другим модулем. Шестерни могут быть взяты из деталей «Конструктора», из механизма от часов-ходиков и т. п. Можно применить и другую систему передач, например червячную.

Размеры станины не даны на рисунке и берутся в зависимости от размеров шестерен.

Шасси автомашины изготовляется из дерева или фанеры толщиной 8—10 *мм*. В передней части шасси собирается рулевое устройство для поворота модели вправо и влево. Основанием для передней оси служит железная пластинка длиной 100 *мм*, шириной 15 *мм* и толщиной 2—3 *мм*, согнутая по рисунку. В боковых отогнутых сторонах пластинки просверлены по диаметру оси отверстия, которые служат подшипниками. В центре пластинки сверлится отверстие, в которое впаивается рулевой вал — стальная проволока диаметром 5—6 *мм*.

После изготовления основания монтируют рулевое управление: в подшипники основания вставляется ось передних колес, сделанная из стальной проволоки диаметром 4 *мм*, и на концах ее укрепляются на резьбе или припаиваются передние колеса.

Для монтажа основания с колесами на шасси в передней его части высверливается отверстие, в которое плотно на клею БФ2 вставляется отрезок железной или медной трубки длиной 20 *мм*. В эту трубку снизу шасси вставляется рулевой вал. Для поворота вала и передних колес на верхнюю часть вала, выступающую над трубкой, припаивается железная пластинка, конец которой выступает на передний край шасси (рис. 22).

Все колеса автомашины имеют диаметр 90 *мм*. Их можно выточить из дерева на токарном станке или изготовить каким-нибудь способом, рекомендованным в главе «Конструирование».

Задние колеса автомашины сдвоены. Подшипники для ведущей оси задних колес изготовляются следующим образом: на ось вплотную виток к витку наматывается 10—12 витков медной, без изоляции проволоки диаметром 1 — 1,4 *мм*. Получившаяся спиральная проволочная трубка снимается с оси, спаивается оловом и припаивается к жестяной пластинке. Пластинки с подшипниками надеваются на ведущую ось и привертываются шурупами с нижней сторон шасси таким образом, чтобы шестерня, укрепленная на ведущей оси, была надежно сцеплена с шестерней двигателя. На концах ведущей оси укрепляются на резьбе (или припаиваются) задние сдвоенные колеса Для того чтобы уменьшить боковое смещение оси, в подшипниках на оси укреплены ограничивающие проволочные кольца.

Кузов автомашины (грузовая платформа) сколачивается из дощечек или фанеры толщиной 3—4 *мм* и прибивается к шасси так, чтобы колеса автомашины не касались дна кузова; это достигается прокладкой между дном кузова и шасси лонжеронов (деревянных брусков), размеры которых даны на рисунке 22.

Кабину автомашины и капот изготовляют из плотного картона или фанеры по выкройкам рисунка и склеивают столярным клеем.

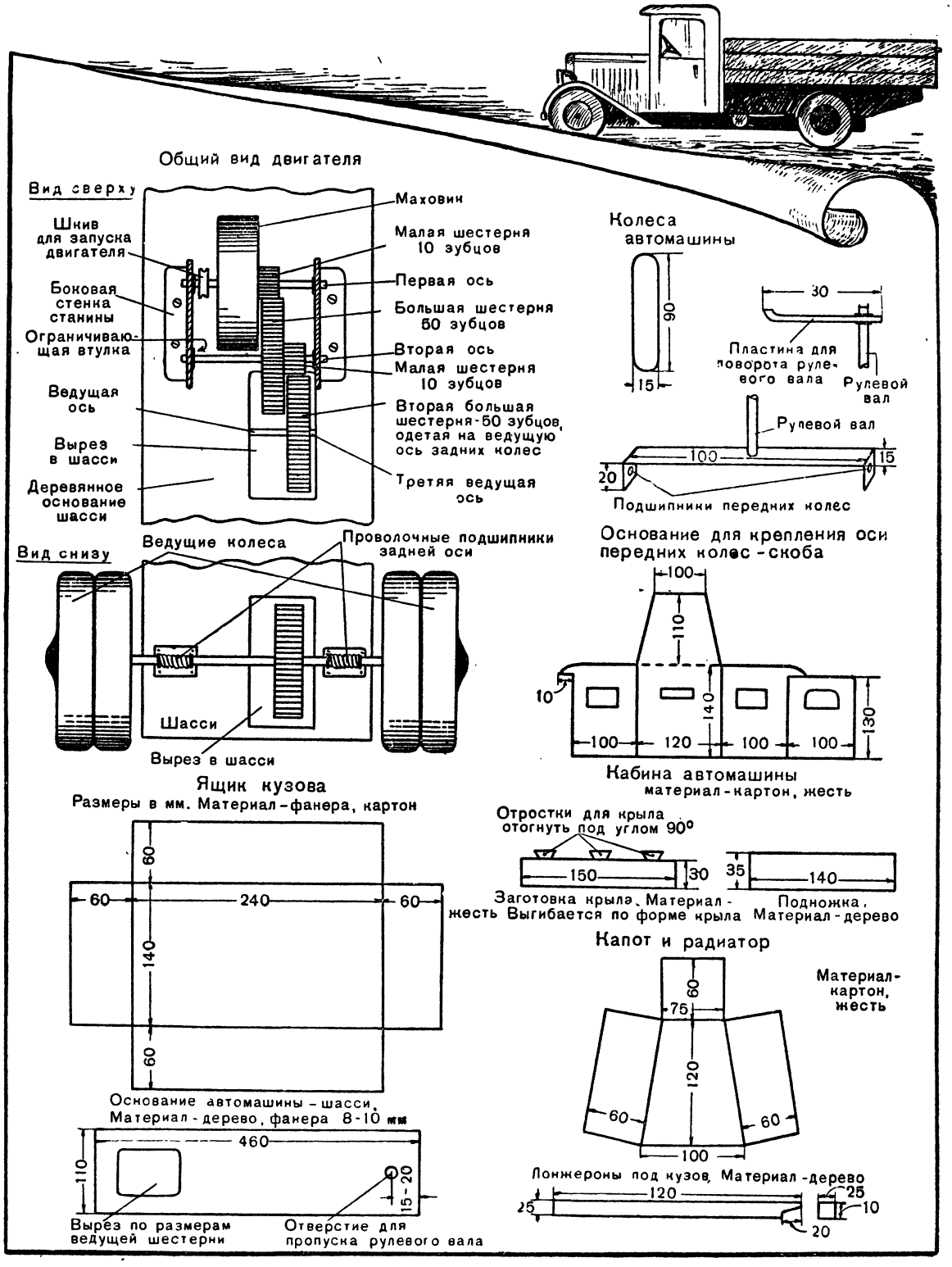


Рис. 22. Модель автомашины с инерционным двигателем.

Сборка модели заканчивается установкой крыльев, буфера, запасного колеса, фар, сделанных из картона и дерева.

Модель окрашивается эмалевой или масляной краской.

Для запуска модели необходимо на шкив маховика намотать 15—20 витков бечевки, быстрым резким движением раскрутить маховик и пустить модель на пол. Модель можно запустить и другим способом: поставить ее на пол и, прижимая рукой к полу, подтолкнуть вперед, раскручивая, таким образом, маховик через систему передач.

Маховики являются обязательной принадлежностью промышленных паровых машин и многих других установок. Особенно широкое использование инерция маховика находит в системах жироскопов. Современная авиация немыслима без применения жироскопов. Автопилот, установленный в кабине самолета, только с помощью жироскопа может вести самолет по заданному курсу. Жироскоп является неотъемлемой частью большинства измерительных авиационных приборов, ракет, управляемых по радио, и многих других конструкций в самых разнообразных отраслях современной техники.

ВОЗДУШНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ

Очень портативный и безотказно работающий при помощи сжатого воздуха двигатель (рис. 23) легко построить, имея самые простые инструменты и материалы. Воздушный двигатель представляет собой машину с качающимся цилиндром. Качающийся цилиндр может работать не только от пара, но и от сжатого воздуха, что дает возможность избавиться от котла с водой и системы подогрева и этим самым добиться большой экономии в весе.

Описываемый двигатель дает от 500 до 700 оборотов в минуту и благодаря применению маховика обладает мощностью, вполне достаточной для приведения в действие небольших моделей: морских судов, технических игрушек и т. д. Запаса сжатого воздуха в резервуаре среднего объема при давлении в три атмосферы хватает на 10—15 минут работы двигателя.

Принцип работы двигателя с качающимся цилиндром состоит в следующем: цилиндр с припаянной к одной из его сторон призмой имеет в своей верхней части отверстие, которое проходит и через призму и качается вместе с укрепленной в нем осью в подшипнике стойки. Справа и слева от подшипника сделаны два отверстия: одно для впуска воздуха из резервуара в цилиндр, второе для выпуска отработанного воздуха.

Первое положение в схеме работы двигателя показывает момент впуска воздуха (отверстие в цилиндре совпадает с правым отверстием в стойке). Воздух из резервуара, входя в полость цилиндра через воздухопровод, давит на поршень и толкает его вниз. Движение поршня через шатун и кривошип передается маховику, который, поворачиваясь, выводит цилиндр из крайнего правого положения и продолжает вращаться. Цилиндр принимает вертикальное положение, и в этот момент впуск воздуха прекращается, так как отверстия цилиндра и стойки не совпадают. Благодаря инерции маховика движение продолжается и цилиндр переходит теперь уже в крайнее левое положение. Отверстие цилиндра совпадает с левым отверстием в стойке, и через это отверстие отработанный воздух выталкивается наружу. Вращение маховика продолжается, цилиндр вновь переходит в крайнее правое положение, происходит новый впуск воздуха, и весь цикл качания цилиндра начинается сначала.

Цилиндр изготовляется из латунной, медной или стальной трубки диаметром 10—12 *мм*. В качестве цилиндра можно использовать также латунную гильзу ружейного патрона подходящего калибра. Трубка должна иметь гладкие внутренние стенки. На цилиндр напаяна выпиленная из куска железа призма, в которой плотно укреплен винт с гайкой (ось качания), а выше винта, на расстоянии 10 *мм* от его оси, просверлено через призму внутрь цилиндра отверстие диаметром 2 *мм* для впуска и выпуска воздуха.

Шатун выпиливается из латунной или железной пластинки толщиной 2 *мм*. Один конец шатуна имеет расширение, в котором сверлят отверстие диаметром 3 *мм* для пальца кривошипа. Другой конец шатуна, предназначенный для впайки в поршень, тщательно облуживается. Длина шатуна 30 *мм*.

Поршень отливают из свинца непосредственно в цилиндре. Для этого в жестяную банку насыпают сухого речного песку. Затем заготовленную для цилиндра трубку вдавливают в песок, оставляя снаружи выступ в 12 *мм*.

Для уничтожения влаги банку с песком

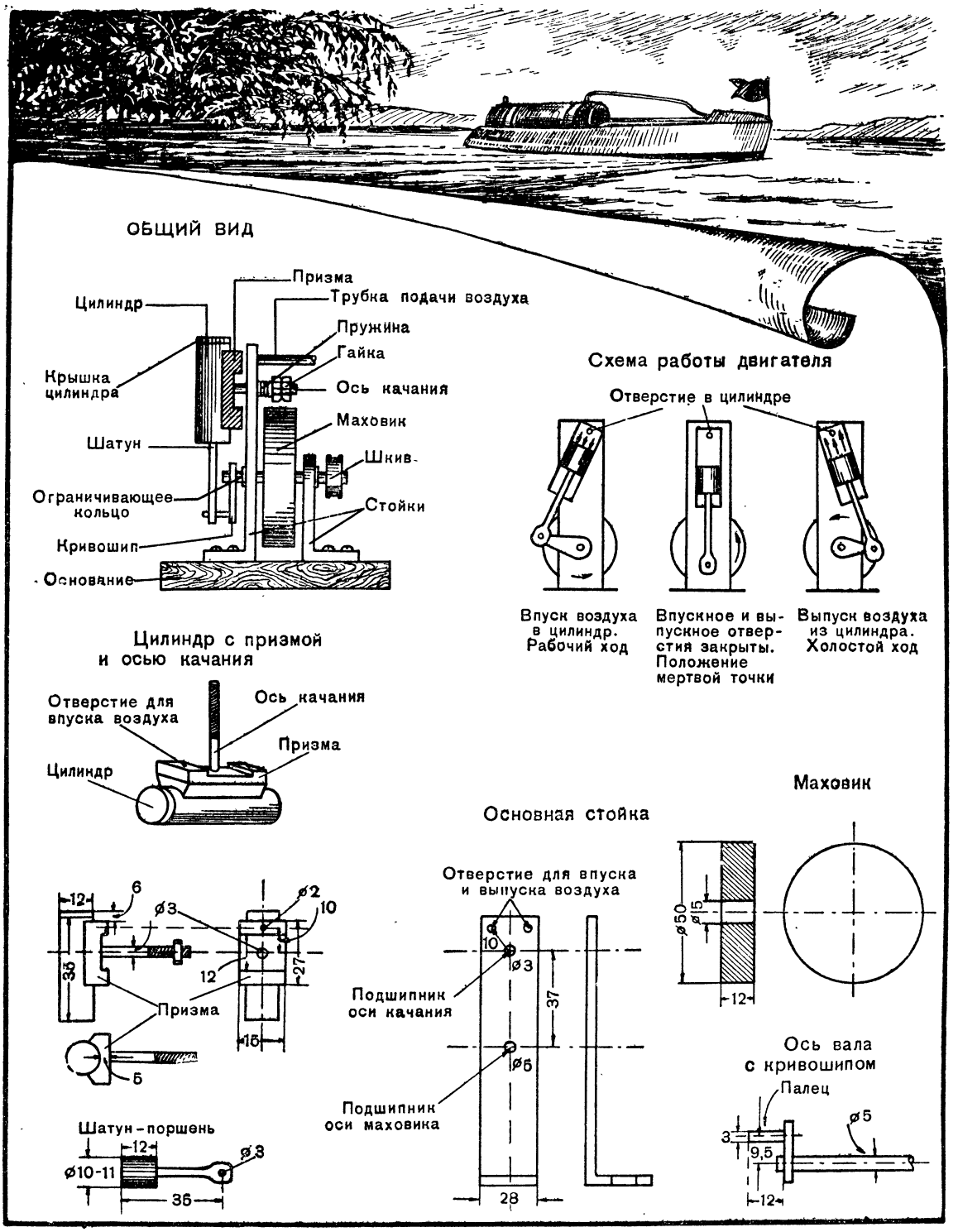


Рис. 23. Воздушный двигатель.

и цилиндр хорошо прогревают в печке или на спиртовке. Теперь надо расплавить свинец для отливки. Расплавленный свинец выливают в цилиндр и сразу же погружают туда на отмеченную заранее глубину луженый конец шатуна. Шатун необходимо установить по отвесу точно в центре поршня. Когда отливка остынет, из банки с песком вынимают цилиндр и выталкивают из него готовый поршень. Все неровности отливки сглаживают мелким напильником.

Крышку цилиндра изготовляют из 2-миллиметровой латуни и после отливки поршня припаивают к верхней части цилиндра. Плоскость стенок цилиндра должна быть ровно опилена.

Стойки двигателя изготовляются согласно размерам, указанным на рисунке, из 3-миллиметрового листового железа или латуни. Высота основной стойки равна 100 *мм*. В верхней части основной стойки высверливается по центральной осевой линии отверстие диаметром 3 *мм*, которое служит подшипником для оси качания цилиндра. Два самых верхних отверстия диаметром по 2 *мм* сверлятся по окружности радиусом 10 *мм*, проведенной от центра подшипника оси качания. Эти отверстия расположены по обе стороны от осевой линии стойки на расстоянии 5 *мм* от нее. Через одно из этих отверстий воздух поступает в цилиндр, через другое — выталкивается из цилиндра.

Плоскость основной стойки в своей верхней части и боковая плоскость призмы цилиндра должны плотно прилегать друг к другу. Для этого они пришабриваются. Высота второй стойки равна 60 *мм*. В обеих стойках по размерам, указанным на рисунке, просверливаются отверстия диаметром 5 *мм*, которые являются подшипниками оси маховика. Для крепления стоек к деревянному основанию в их нижних горизонтальных отрезках сверлят по два отверстия.

Маховик подбирается готовый или отливается из свинца в глиняной, хорошо прогретой форме. При отливке маховика в центре формы устанавливают вылуженную ось (вал) диаметром 5 *мм*.

Размеры маховика указаны на рисунке. Для крепления кривошипа на одном конце вала имеется резьба.

Кривошип выпиливается из железа или латуни толщиной 3 *мм* по рисунку. Палец кривошипа изготовляется из стальной проволоки диаметром 3 *мм* и впаивается в отверстие кривошипа.

После изготовления всех частей двигателя приступают к его сборке. К деревянному основанию при помощи болтов крепятся основная и дополнительная стойки, в подшипники которых вставлен вал маховика. Расстояние между стойками должно быть немного больше толщины маховика. Чтобы избежать продольного осевого передвижения вала, на нем укреплены при помощи шпонок ограничивающие втулки (рис. 23). На одном конце вала тоже при помощи шпонки крепится шкив для передачи движения с двигателя на рабочий механизм. На втором конце вала укрепляется на резьбе или припаивается кривошип с пальцем. В цилиндр вставляется поршень, который отверстием, сделанным на нижнем конце шатуна, надевается на палец кривошипа. Ось качания цилиндра вставляется в подшипник, расположенный по осевой линии в верхней части стойки. С обратной стороны стойки на ось качания надевается пружина, и при помощи двух гаек вся цилиндро-поршневая система крепится на основной стойке. При сборке необходимо следить за тем, чтобы цилиндр сравнительно легко качался на своей оси (это достигается регулировкой пружины при помощи гаек) и чтобы при двух крайних положениях кривошипа отверстие цилиндра совпадало то с правым, то с левым верхними боковыми отверстиями основной стойки.

Когда все детали подогнаны, поверхности боковой плоскости призмы и верхней части основной стойки притерты, отверстия для впуска и выпуска воздуха правильно размечены, цилиндр должен при вращении маховика от руки легко качаться.

Для впуска в цилиндр воздуха с обратной от цилиндра стороны основной стойки к впускному отверстию припаивается отрезок медной или латунной трубки с внутренним диаметром 2 *мм* и длиной 20—25 *мм*.

Резервуаром для сжатого воздуха может служить жестяная банка, которую необходимо спаять из железа или использовать готовую. Длина банки около 150 *мм*, диаметр около 100 *мм*. С одного конца в банку впаян вентиль от велосипедной камеры. Он необходим для наполнения резервуара воздухом. С другого конца резервуара тоже впаяна в него тонкая латунная или медная трубочка — воздуховод, которая при помощи резиновой трубки соединяется с трубкой впускного отверстия в стойке. Воздух в резервуар накачивают велосипедным насосом. Когда резервуар наполнен воздухом, маховик слегка поворачивают рукой и двигатель запу-

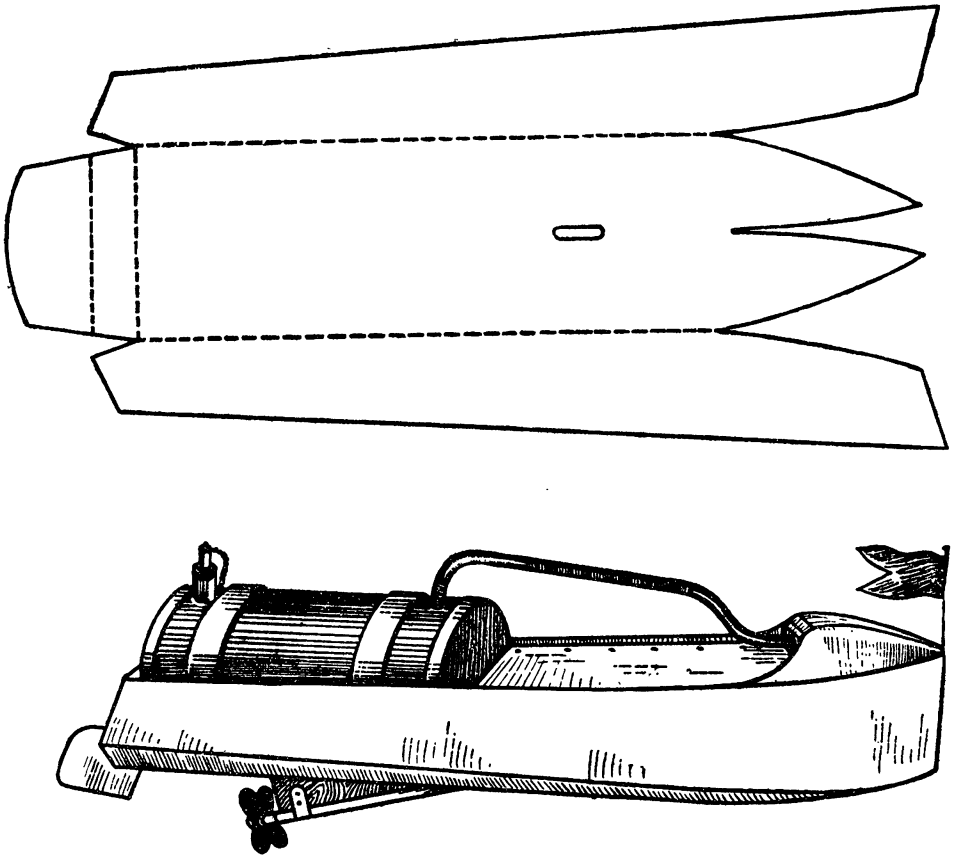


Рис. 24. Развертка лодки.

скают. Необходимо на воздухопроводе установить краник, перекрывающий доступ воздуха.

Изготовленный двигатель устанавливают на лодке, сделанной по развертке (рис. 24) из жести.

Места стыков тщательно пропаивают.

Построенный нами двигатель показывает одну из возможностей использования энергии сжатого воздуха. В повседневной практической жизни энергия сжатого воздуха и газов используется чрезвычайно широко. Тысячи поездов, курсирующих по линиям железных дорог, оборудованы пневматическими тормозами, использующими энергию воздуха, сжатого до нескольких атмосфер. Газификация многих предприятий и населенных пунктов, расположенных вдали от центральных газовых магистралей, осуществляется при помощи баллонов, наполненных сжатым под давлением газом.

Окраска кузовов автомашин производится через пульверизаторы, в которые краска подается давлением сжатого воздуха. Лифты и реактивные двигатели, вагоны метро и трамвая, пневматическая почта на линиях связи и мощные артиллерийские орудия — все эти сооружения, приборы и конструкции используют энергию сжатого воздуха и газов.

РОТОРНЫЙ ВЕТРОДВИГАТЕЛЬ ДЛЯ ПИТАНИЯ РАДИОУСТАНОВОК

Физико-технический кружок должен заниматься постройкой не только моделей, но и настоящих машин и установок, которые могут быть использованы в школе, пионерском лагере, подшефном колхозе и т. д.

Одной из таких работ является постройка роторного ветродвигателя для зарядки аккумуляторов и питания радиоприемника или радиоузла небольшой мощности.

Рекомендуемая система так называемого роторного ветродвигателя отличается от дру-

гих типов маломощных ветродвигателей простотой устройства, возможностью вращаться даже при самом слабом ветре, сравнительно высоким коэффициентом использования ветра, малым числом деталей.

Роторный ветродвигатель (рис. 25) представляет собой два полуцилиндра, обращенных вогнутыми сторонами друг к другу и укрепленных на вертикальном валу между деревянными шайбами (дисками). Полуцилиндры сдвинуты по отношению друг к другу на расстояние, приблизительно равное их радиусу, так что между их вогнутыми поверхностями может свободно проходить ветер, набегающий на ротор.

Вертикальный вал вращается в подшипниках, закрепленных на прямоугольной деревянной раме, являющейся частью конусообразной башни — основания, сбитого из толстых деревянных брусков. В верхней части башни укреплена площадка, на которой смонтирована система шкивов и шестеренок для передачи движения от ветродвигателя к генератору.

Ротор состоит из двух деревянных дисков и закрепленных между ними двух полуцилиндров, являющихся лопастями ветродвигателя.

Для изготовления дисков на листе фанеры толщиной 12—15 *мм* (если такой фанеры нет, ее можно склеить из нескольких слоев) большим циркулем вычерчивают две окружности диаметром 360 *мм*. По этим окружностям выпиливают диски ротора. На одной стороне каждого из дисков циркулем, согласно рисунку 25, вычерчиваются полуокружности радиусом 100 *мм*. Линия полученных полуокружностей указывает место прикрепления деревянных полукружков — оснований для прикрепления лопастей ротора.

Из сосновых или еловых досок толщиной не менее 20 *мм* вырезают два полукруга радиусом 100 *мм* и с помощью клея и гвоздей укрепляют по линиям размеченных полуокружностей. Вместо сплошных деревянных полукружков по линии вычерченных полуокружностей могут быть набиты деревянные накладки, толщину которых желательно взять 30—40 *мм*.

После того как изготовление дисков закончено, их необходимо надеть на вал ветродвигателя. В качестве вала можно использовать отрезок водопроводной трубы длиной в 1 400 *мм* и диаметром 25—30 *мм*. Для более прочной установки дисков в местах их крепления на валу применяют втулки, имеющие фланцы с отверстиями под болты и удерживающиеся от провертывания на валу при помощи сквозных шпонок. Надетые на вал диски привертываются болтами к фланцам втулок. Верхний диск надевается на вал так, чтобы деревянные кружки для лопастей были внизу, а нижний — так, чтобы полукружки были вверху. Расстояние между надетыми дисками равно 800 *мм*. Между дисками по краям полукружков устанавливаются деревянные стойки. На стойки по вертикали и на внешние кромки полукружков при помощи клея и гвоздей прикрепляют обшивку полуцилиндров. Обшивка полуцилиндров может быть выполнена из 3-миллиметровой фанеры или из листового железа толщиной от 0,6 до 1 *мм*.

Смонтированный ротор необходимо отбалансировать. Для этого ротор концами вала кладется в горизонтальном положении на две опоры. Если полуцилиндры ротора расположены симметрично, то при вращении его вокруг горизонтальной оси ротор будет сохранять то положение, в котором мы его оставим. Если же симметрии нет, ротор будет возвращаться в первоначальное положение.

Проверяя правильность расположения полуцилиндров, добиваемся, чтобы при каждом поворачивании ротора около его горизонтальной оси он находился в равновесии, то-есть был бы отбалансирован.

После проверки ротора его необходимо установить в подшипники, которые закреплены на верхней перекладине прямоугольной рамы и в центре двух площадок башни согласно рисунку.

Устройство подшипников понятно из рисунка. Они состоят из деревянных брусков, посредине которых привинчены сверху и снизу железные пластинки. Верхняя пластинка имеет отверстие, равное диаметру вала. Нижняя пластинка отверстия не имеет, на нее опирается нижний конец вала ротора. Устанавливают подшипник на вторую сверху площадку башни.

Если есть возможность, то можно поставить шариковые подшипники; это значительно улучшит качество работы двигателя.

Для обеспечения нормальной работы ветродвигателя его необходимо устанавливать на высокой мачте. В основном высота башни двигателя зависит от рельефа местности. Лучше всего ветродвигатель поставить на холме или на открытом месте. В отдельных случаях ветродвигатель можно установить

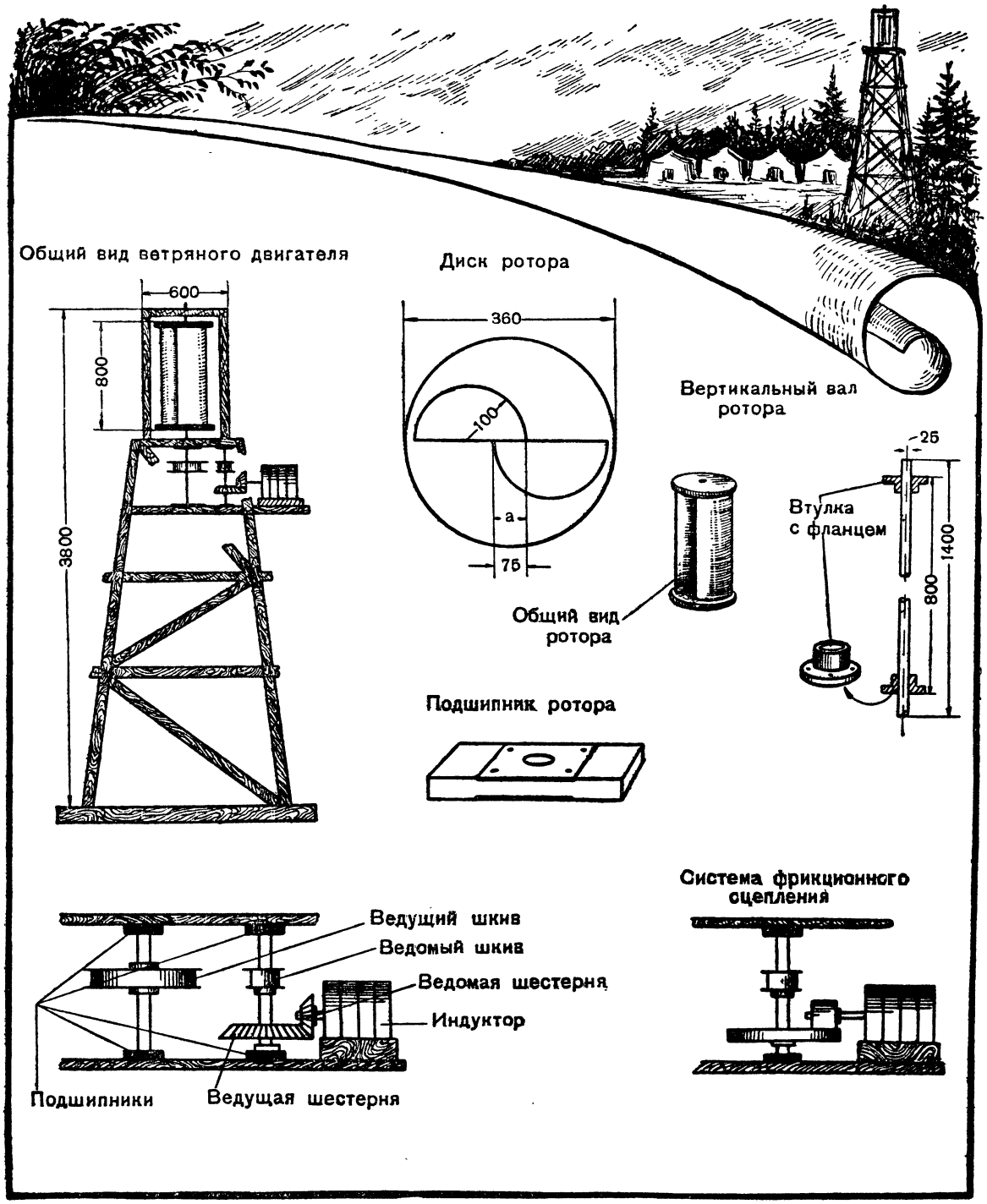


Рис. 25. Роторный ветродвигатель для питания радиоустановок.

на крыше здания и смонтировать там передаточный механизм и генератор. Минимальная высота башни 3,5—4 *м*.

Одна из конструкций башни дана на рисунке 25. Установка изготовляется из сухих ровных бревен или брусков диаметром 100—150 *мм*. Крепления основных узлов и раскосов башни должны быть сделаны очень прочно. Лучше всего для крепления применять железные болты с гайками, это предохранит башню от разрушения при сильном ветре.

Поблизости от установленного ветродвигателя должно находиться небольшое подсобное помещение, хотя бы временного типа, для размещения там необходимой аппаратуры (аккумуляторов и т. д.).

Передача от ветродвигателя к генератору может быть осуществлена различными способами в зависимости от наличия в кружке того или иного материала. Основная задача конструктора — сохранить передаточное число 1 : 20. Это соотношение устанавливается следующим расчетом: при средней скорости ветра в 5 *м/сек* ротор вращается со скоростью 40—60 оборотов в минуту. Для получения от генератора нормального напряжения якорь его должен вращаться со скоростью 1 000—1 200 оборотов в минуту. Следовательно, соотношение передач должно быть равно в среднем 1 : 20.

Система передач показана на рисунке 25. Шкивы вытачиваются из дерева и соединяются между собой ременной передачей. Диаметр ведущего шкива равен 200 *мм*, ведомого — 50 *мм*. Для обеспечения должного натяжения в ременное кольцо вшивается кусок резины.

На оси ведомого шкива укреплена коническая шестерня, сцепленная со второй малой конической шестерней. Число зубьев шестерен подбирается из соотношения 5 : 1. При скорости вращения ротора в 60 *об/мин* ведущий шкив дает 60 *об/мин*, ведомый шкив и ведущая большая шестерня — 240 *об/мин*, а малая ведомая шестерня, укрепленная на роторе генератора, — 1 200 *об/мин*.

Ведущий шкив насаживается на нижний конец вала ротора. Диаметр оси ведомого шкива равен 15—20 *мм*. Оси вращаются в таких же подшипниках, в каких и ось ротора. На рисунке 25 дан вариант фрикционного сцепления.

Электрическая часть нашей ветросиловой установки состоит из генератора постоянного тока, реле обратного тока, вибропреобразователя с выпрямителем, батареи аккумуляторов и распределительного щитка.

В качестве генератора постоянного тока (рис. 26) в настоящей установке использован четырехмагнитный телефонный индуктор, переделанный следующим образом: тонкая обмотка, находящаяся на якоре индуктора, снимается, и вместо нее наматывается обмотка проводом диаметром 0,7 *мм*. Наматывать обмотку нужно вплотную виток к витку до заполнения пазов якоря. Чтобы избежать замыкания витков между собой и на корпус, обмотка должна быть сделана очень аккуратно и хорошо изолирована. По окончании намотки обмотка проверяется и пропитывается шеллачным лаком.

Для получения от индуктора постоянного тока на оси якоря необходимо установить коллектор. Последний представляет собой цилиндр диаметром 10—12 *мм*, выточенный из изоляционного материала (эбонит, фибра) или из хорошо пропарафинированного дерева. На коллекторе укрепляются две изолированные друг от друга пластинки из латуни (ламели), к которым припаиваются концы обмотки. Щетками для коллектора служат две упругие латунные пластинки. Коллектор нужно укрепить на оси в таком положении, чтобы на щетках получилось наибольшее напряжение (рис. 26).

Для защиты аккумуляторной батареи от разряда ее на генератор применяется реле обратного тока. Реле отключает аккумуляторную батарею, как только упадет напряжение генератора при снижении его оборотов. Причина — прекращение ветра, обрыв или скольжение ремня и т. д. Если не отключить в этот момент батарею, то электрический ток пойдет от нее в обмотку генератора и последний начнет вращаться как электромотор, в результате чего аккумуляторная батарея быстро разрядится.

Схема реле и способ его включения показаны на рисунке 26. На железный сердечник надета катушка с двумя обмотками. Первая обмотка — шунтовая — состоит из 600 витков ПЭ диаметром 0,1 *мм*; сопротивление обмотки — 60—70 *ом*. Подключается эта обмотка параллельно щеткам генератора. Вторая обмотка — последовательная — имеет 8—10 витков провода ПЭ диаметром 0,8—1 *мм* и включается последовательно в цепь питания аккумулятора. Вибратор *В* делается из тонкой гибкой железной пластинки, которая оттягивается пружиной *П*. Изменяя натяжение пружины, реле регулируют до тех пор, пока оно не будет срабаты-

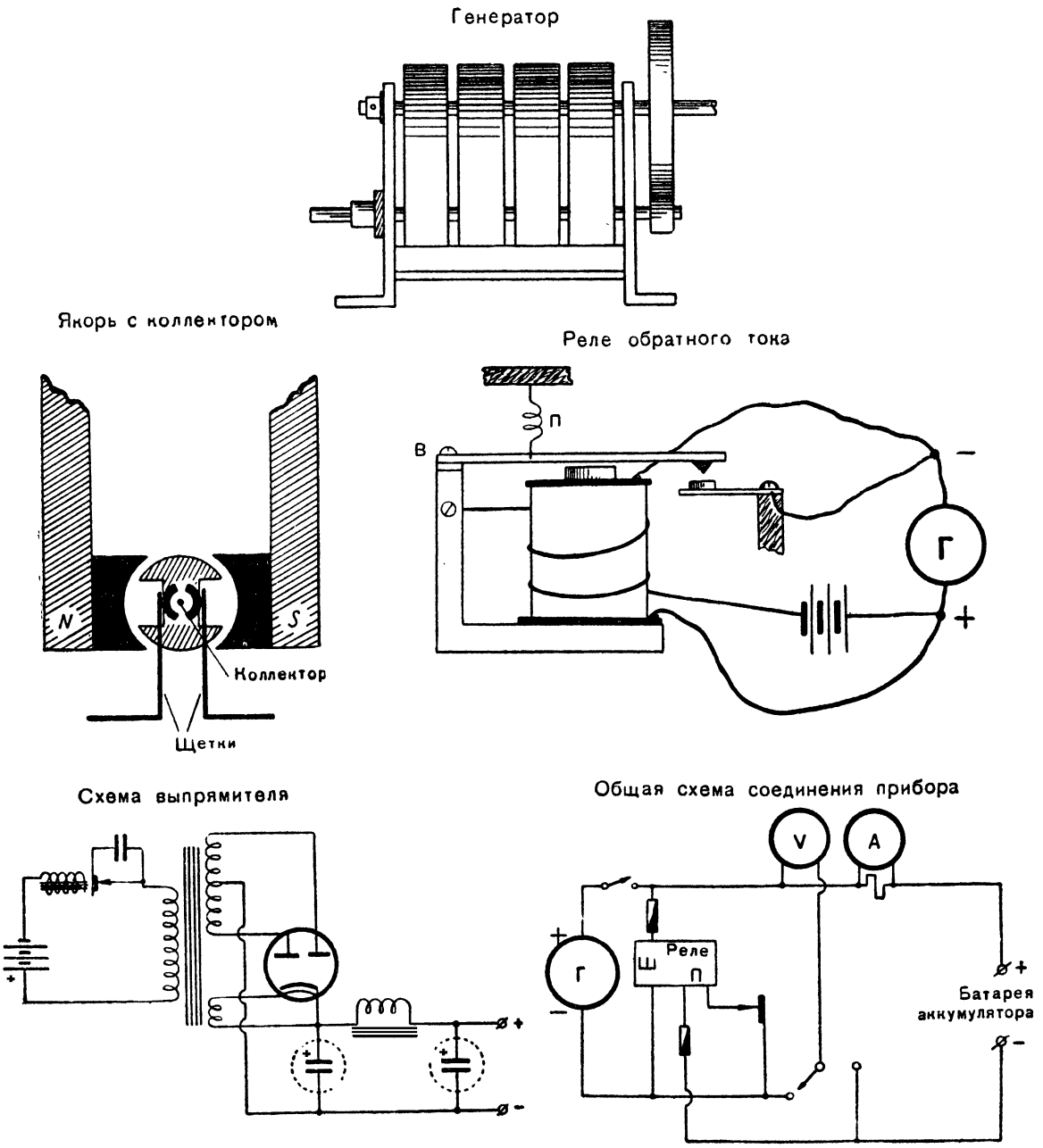


Рис. 26. Электрическая часть роторного ветродвигателя.

вать при том напряжении, до которого можно зарядить аккумулятор. Для трех банок кислотных аккумуляторов, соединенных последовательно, это напряжение должно быть равным 7,2—7,4 *в*.

Реле может быть изготовлено самими кружковцами или взято от автомашины. При самодельном изготовлении реле необходимо обратить особое внимание на контакты реле: контакты должны быть сделаны из неокисляющегося металла.

Низковольтные аккумуляторы, заряженные от генератора, позволяют питать только накальные цепи приемника. Для питания анодных цепей приемника необходимо преобразовать постоянный ток аккумулятора

в переменный, повысить его напряжение через трансформатор и при помощи выпрямителя снова превратить ток в постоянный, но уже высокого напряжения, необходимого для питания анодов. Это можно сделать при помощи вибропреобразователя, состоящего из прерывателя и выпрямителя. В качестве прерывателя может быть использован механизм электрического звонка. Детали звонка должны быть очень прочными, а чашечка звонка сниматься. Особое внимание надо обратить на искровой промежуток. Через него проходит ток силой до 2 *а*, поэтому контакты следует спаять серебром. С электромагнита снимают обмотку и наматывают на него провод диаметром 0,5 — 0,8 *мм* в эмалевой изоляции до заполнения каркасов.

Для повышающего трансформатора выпрямителя может быть использован любой силовой трансформатор заводского типа, одна из накальных обмоток которого включается в цепь звонка-прерывателя. Сетевая обмотка трансформатора остается неиспользованной. Если трансформатор изготовляют сами кружковцы, то он должен иметь следующие данные: сечение железа — 12 *см*². Первичная обмотка, рассчитанная на напряжение 4—6 *в*, состоит из 26 витков провода ПЭ 1,0 *мм*. Вторичная обмотка имеет 2 300 витков провода ПЭ 0,16 *мм* с отводом от середины. Обмотка накала для кенотрона типа «5Ц4С» имеет 20 витков провода ПЭ 2,0 *мм*. Данные фильтра (дроссель, конденсаторы) те же, что и для обычного выпрямителя, служащего для питания радиоустройств.

Чтобы избежать помех от вибропреобразователя, необходимо преобразователь поместить в заземленный железный кожух, в котором, в свою очередь, отделить железной перегородкой выпрямляющее устройство от прерывателя (кожух можно изготовить из кровельного железа), зашунтировать конденсатором в 1—2 *мкф* искровой промежуток звонка-прерывателя; не располагать вибропреобразователь в непосредственной близости от радиоприемника.

При эксплуатации настоящей ветросиловой установки используют 3 банки кислотных аккумуляторов емкостью 60 *а-ч*, соединенных последовательно. Необходимо иметь 2 комплекта аккумуляторов. Во время работы одного комплекта второй комплект аккумуляторов заряжается. Если применяют не свинцовые, а щелочные аккумуляторы, дающие напряжение от каждой банки в 1,2 *в* вместо 2 *в* и соединенные в батареи, то необходимо заново отрегулировать реле обратного тока.

Панель распределительного щитка может быть изготовлена из любого изоляционного материала, в крайнем случае — из сухого дерева, которое необходимо пропитать парафином. Распределительный щиток устанавливается в вертикальном положении. На нем укрепляется реле обратного тока, вольтметр, амперметр, рубильник и зажимы для присоединения батарей аккумуляторов. Полная электрическая схема установки дана на рисунке 26.

Перед пуском установки в эксплуатацию необходимо убедиться в исправной работе генератора, реле обратного тока и правильности монтажа всех узлов. Для этого двигатель запускают. В реле обратного тока должен послышаться щелчок, а вольтметр на щитке показать напряжение около 8 *в*. Показания вольтметра зависят от напряжения, даваемого генератором, и поэтому могут быть несколько больше или меньше. Когда рубильник, включающий напряжение от генератора, выключается, в реле обратного тока должен снова быть слышен щелчок.

Без проверки действия приборов и правильности присоединения нельзя начинать зарядку батареи аккумуляторов, так как при наличии неисправностей в монтаже можно сжечь генератор. Включать аккумуляторную батарею нужно по всем техническим правилам с соответствующей регулировкой силы зарядного тока.

В процессе эксплуатации установки необходимо периодически смазывать подшипники ротора и осматривать коллектор и щетки генератора. Если коллектор имеет шероховатую поверхность, а щетки плохо прилегают к коллектору и искрят, то коллектор нужно отшлифовать, а щетки зачистить наждачной бумагой и отрегулировать степень их прижатия к коллектору.

Приведенный нами роторный ветродвигатель был построен в одном из подмосковных пионерских лагерей и установлен на крыше здания на высоте 8 *м* над землей. При средней силе ветра в 5 *м* в секунду ветродвигатель полностью обеспечивал питание радиоприемника «Родина».

Если благоприятных условий для работы ветродвигателя нет (средняя скорость ветра ниже 5 *м/сек*), то рабочая поверхность ротора может оказаться недостаточной для обеспечения нужного количества оборотов генератора. В таком случае размеры ротора должны быть увеличены вдвое.

ДЕМОНСТРАЦИОННЫЙ ГЕНЕРАТОР БЫСТРОПЕРЕМЕННЫХ ТОКОВ

Одной из задач физико-технического кружка является постройка в кружке приборов и моделей в помощь школе. Одним из таких приборов служит демонстрационный генератор быстропеременных токов. Тема быстропеременных токов высокой частоты изучается в 10-м классе. Для получения токов высокой частоты пользуются индукционной катушкой и трансформатором Тесла или катушкой Зейбта. Применение индукционных катушек с несовершенными прерывателями и опасность пробоя вторичной обмотки ставит преподавателя физики перед необходимостью проводить эти демонстрации только в редких случаях, а сложность аппаратуры исключает всякую возможность транспортировки этой модели в разные классы и аудитории. Приводимая на рисунке 27 конструкция генератора токов высокой частоты избавлена от этих недостатков. Она, обладая большой мощностью, позволяет демонстрировать изучаемые явления токов высокой частоты перед очень большой аудиторией. Модель портативна, питается от сети переменного тока в 120 или 220 *в* и очень проста в эксплуатации.

Установка состоит из двухлампового генератора высокой частоты, колебательный контур которого индуктивно связан с вторичным контуром, настроенным в резонанс, и выпрямителя, дающего необходимые напряжения для накала и анодов ламп генератора. Постройку генератора начинают с изготовления каркаса для намотки катушки вторичного контура. Каркас, представляющий собой цилиндр, имеет длину 700 *мм* и диаметр 80 *мм*. Клеится он из картона или толстой бумаги на деревянной или металлической оправке, в качестве которой можно взять отрезок водопроводной трубы. Картон или бумага намазывается жидким горячим столярным клеем и очень туго наворачивается на оправку. Толщина стенок каркаса должна быть около 6—8 *мм*. Полученный каркас обвязывается бечевкой вплотную виток к витку и оставляется на оправке до полного высыхания. Чтобы внутренняя стенка каркаса не приклеилась к оправке, необходимо обернуть ее двумя-тремя слоями бумаги. После того как каркас высохнет, его снимают с оправки и пропитывают горячим парафином или несколько раз покрывают хорошим изоляционным лаком. Покрытие должно быть сделано очень тщательно, так как от этого в значительной степени зависит качество работы установки.

В готовом каркасе на расстоянии 100 *мм* от верхнего края просверливаются два отверстия для закрепления начала провода, затем во всю длину каркаса на него наматывается вплотную виток к витку катушка вторичного контура, провод ПШД диаметром 0,2—0,3 *мм*. На нижнем конце каркаса на расстоянии 100 *мм* также просверливаются два отверстия, в которых закрепляется второй конец намотки. После окончания намотки каркас сверху намотки покрывается слоем изоляционного лака высокого качества. Таким лаком может служить либо шеллачный лак, либо эмалит.

Из фанеры, пропитанной парафином, или из любого изоляционного материала вырезается кружок такого диаметра, чтобы он плотно входил в каркас, закрывая в виде пробки его верхнее отверстие. В центре кружка при помощи сквозного латунного болта с гайками укрепляется фарфоровый изолятор. Высота изолятора берется не менее 100 *мм*. Верхний конец латунного болта должен выступать над изолятором и иметь резьбу, на которую в процессе демонстрации могут быть навернуты металлический шар или острия различной формы.

Закончив намотку вторичного контура, переходят к изготовлению колебательных контуров генератора. Оба (L_1 и L_2) контура наматываются голым медным проводом диаметром 2—3 *мм*. Намотка ведется на ребристом каркасе, состоящем из 4—6 стоек, сделанных из оргстекла или другого изоляционного материала (эбонита и т. д.). Стойки укреплены на верхней крышке ящика, служащего основанием всей установки. Намотка контуров на ребристом каркасе может быть сделана либо через отверстия, просверленные в стойках по диаметру провода, либо уложена в пазах, сделанных по краю стоек (см. рис. 27).

Расстояние между витками равно 4—5 *мм*, расстояние между катушками L_1 и L_2 — 20 *мм*. Внутренний диаметр катушек L_1 и L_2 = = 110 *мм*. При установке каркаса вторичного контура внутрь колебательных контуров L_1 и L_2 расстояние между ними должно быть равно 15 *мм*.

Остальные детали генератора имеют следующие данные: сопротивления R_1 и R_2 в цепи сеток имеют по 3 т. *ом*. Сопротивление R_3, являющееся средней точкой накала ламп, обязательно должно быть проволочным со средней точкой (величина его от 50 до

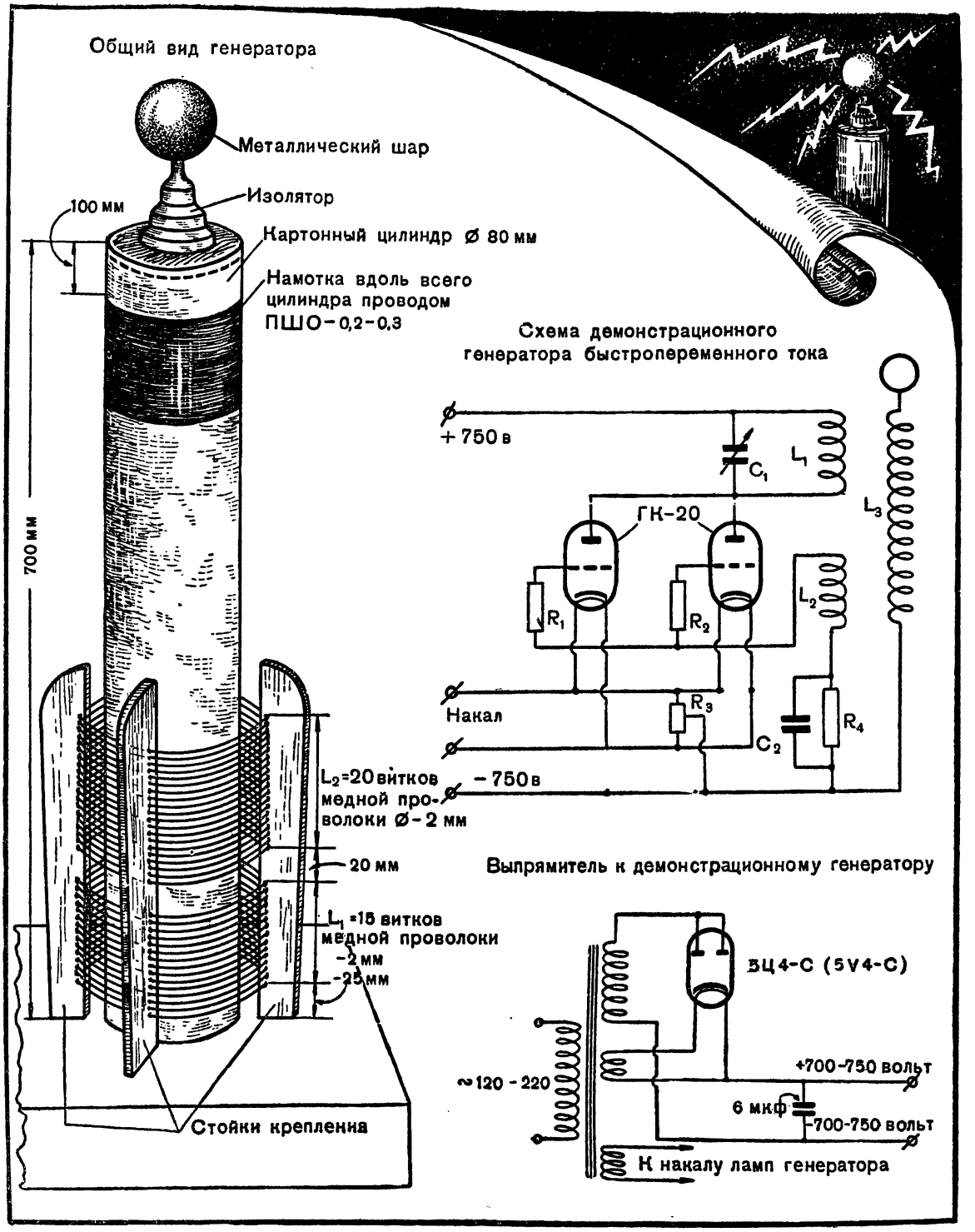


Рис. 27. Демонстрационный генератор быстропеременных токов.

100 *ом*). Сопротивление R_4—10 т. *ом*, проволочное, рассчитанное на мощность 10 *вт*; конденсатор C_1 емкостью от 500 до 1000 *пф*, переменный. Обязательное условие для этого конденсатора — большое расстояние между пластинами; конденсатор C_2 — 1 000 *мкмкф*, слюдяной.

Лампы берутся типа «ГК-20» или любые другие генераторные лампы, аналогичные по своим характеристикам.

Выпрямитель для питания установки собирается по общеизвестной схеме однополупериодного выпрямления (рис. 27). В качестве силового трансформатора может быть использован заводской силовой трансформатор, предназначенный для питания радиоузлов.

Фильтр состоит из одного бумажного конденсатора емкостью 4—6 *мкф* и рассчитан на пробивное напряжение в 1 000 *в*. Число витков обмотки накала ламп генератора должно соответствовать напряжению накала установленных ламп.

Прежде чем приступить к налаживанию генератора, нужно принять все меры предосторожности, необходимые при работе с аппаратурой высоких напряжений.

Для налаживания генератора сначала включают накал ламп и только после этого высокое напряжение (700—750 *в*). Затем к катушке вторичного контура подносится лампа дневного света, гейслерова трубка или неоновая лампа. Лампы должны ярко светиться на расстоянии 300—400 *мм* от катушки.

Если свечение слабое, то необходимо подстроить в резонанс колебательные контуры. Делается это с помощью ручки конденсатора C_1, которую вращают. Если и в этом случае генератор не работает, необходимо поменять концы катушки L_2 и повторить процесс настройки.

Хорошо настроенный в резонанс генератор позволяет получить свечение трубок и ламп на расстоянии до 1—2 *м* от металлического шара, укрепленного на изоляторе вторичного контура.

Диаметр металлического шара равен 100—150 *мм*. Если такого шара нет, его можно заменить деревянным крокетным шаром, оклеенным станиолем. Когда к шару подносят металлический предмет, из него вылетают искры длиной 400—500 *мм*.

С описанной установкой можно провести все опыты, показываемые с помощью трансформатора Тесла. При эксплуатации установки необходимо хорошее заземление минусовых цепей.

Построенный генератор позволяет чрезвычайно наглядно демонстрировать принципы применения токов высокой частоты в самых различных областях современной техники.

Металлургические заводы используют токи высокой частоты для закалки стальных изделий, лесопильные заводы — для скоростной сушки древесины, пищевая промышленность — для уничтожения бактерий при консервировании продуктов, медицина — для лечения различных заболеваний и т. д.

ПОЛЯРИЗОВАННЫЙ СВЕТ И ОПЫТЫ С НИМ

Среди многочисленных физических опытов большой интерес представляют опыты с поляризованным светом. Физическая сущность явлений поляризации очень сложна, и мы ограничимся только элементарными объяснениями, достаточными для понимания производимых нами опытов.

Естественный свет, испускаемый любым источником — солнцем, электрической лампой, газовой горелкой и т. д., — не поляризован, то-есть он состоит из колебаний, которые не направлены специально ни в вертикальном, ни в горизонтальном, ни в каком-либо другом направлении. Эти световые колебания распространяются во всевозможных плоскостях, перпендикулярных к линии направления света.

Слово «поляризация» означает, что колебания происходят в каком-нибудь одном направлении. Если колебания происходят вертикально, то это значит, что распространяются волны, колебания которых происходят вверху и внизу, то-есть свет поляризован вертикально. Если же мы говорим, что свет поляризован горизонтально, то под этим подразумеваем, что колебания происходят вправо и влево под прямым углом к линии распространения света.

Для получения поляризованного света и его обнаружения существуют специальные физические приборы, называемые в первом случае поляризаторами, а во втором анализаторами. Обычно они устроены одинаково.

Существует несколько способов получения и анализа поляризованного света.

1. Поляризация при помощи поляроидов. Поляроиды представляют собой целлулоидные пленки с нанесенным

на них тончайшим слоем кристалликов сернокислого иодхинина. Применение поляроидов является в настоящее время наиболее распространенным способом поляризации света.

2. Поляризация посредством отражения. Если естественный луч света падает на черную полированную поверхность, то отраженный луч оказывается частично поляризованным. В качестве поляризатора и анализатора может быть употреблено зеркальное или достаточно хорошо отполированное обычное оконное стекло, зачерненное с одной стороны асфальтовым лаком.

Степень поляризации тем больше, чем правильнее выдержан угол падения. Для стекла угол падения равен 57°.

3. Поляризация посредством преломления. Световой луч поляризуется не только при отражении, но и при преломлении. В этом случае в качестве поляризатора и анализатора используется стопка сложенных вместе 10—15 тонких стеклянных пластинок, расположенных к падающим на них световым лучам под углом в 57°.

Для опытов с поляризованным светом мы построим несколько приборов (рис. 28). Так как поляроидные пленки приобрести очень трудно, в наших приборах в качестве поляризаторов и анализаторов мы используем черное стекло и стопки стеклянных пластинок.

Для постройки простейшего полярископа необходимо сделать два черных зеркала. Для этого возьмем две стеклянные фотопластинки размером 9×12 *см*, смоем с них эмульсию, тщательно протрем и с одной стороны покроем пластинки тонким слоем асфальтового лака. Когда лак просохнет, мы получим прекрасный поляризатор и анализатор. Пластинки устанавливают в приборе, изображенном на рисунке. Прибор представляет собой два деревянных или картонных ящичка, поставленных один на другой. Верхний ящик не имеет правой стенки и дна, а нижний — не имеет левой стенки и верхней крышки, вместо которой укреплена стеклянная прозрачная пластинка (непокрытая лаком), которая будет служить основанием для исследуемых объектов. В нижнем и верхнем ящиках под углом в 57° параллельно друг другу укреплены черные зеркала. Своей стеклянной поверхностью зеркала обращены к открытым сторонам ящиков. После установки зеркал открытую боковую сторону нижнего ящика закрывают матовым стеклом. Стекло необходимо установить так, чтобы при случае его можно было вынуть.

Проведем первый опыт с полярископом. Установите прибор на столе так, чтобы свет, проходя через матовое стекло, падал на зеркало нижнего ящика. На горизонтальное основание (предметный столик) положите смятый кусочек целлофана или сложенную в виде гармошки пластинку слюды. Затем возьмите тонкую пластинку слюды и прикройте ею наблюдаемый объект (в данном случае комочек целлофана) так, чтобы свет проходил и через него и через пластинку слюды, которую вы держите в руках. Теперь посмотрите в зеркало верхнего ящика. Перемещая положение головы и глаз, вы увидите интересные световые эффекты, а поворачивая рукой пластинку слюды — чередующуюся смену красок (дополнительных цветов). Применяя пластинки слюды различной толщины, вы будете получать все новые и новые световые эффекты.

В качестве объектов для нашего полярископа лучше всего применять слюду и целлофан. Наложив кусочки целлофана, нарезанные в виде треугольников, ромбов, квадратов и т. п. друг на друга или приклеив их к пластинке целлофана в виде узора так, чтобы узор состоял в разных своих частях из различного количества слоев целлофана, мы увидим в полярископе сияющие самыми разнообразными красками мозаичные картины. На рисунке даны образцы объектов из слюды: веер, звездочка, полуцилиндр и конус.

Веер делается из прямоугольных полосок слюды, расположенных в форме веера и скрепленных на одном конце или склеенных при помощи клея БФ-2.

Звездочка состоит из прямоугольных полосок, расположенных звездообразно и скрепленных в центре.

Полуцилиндр выгибается из тонкого прямоугольного листочка слюды и с помощью полосок картона и клея прикрепляется к слюдяному основанию. При рассматривании в полярископ он дает прямые цветные полосы.

Конус выгибается из кружка слюды, перед сгибанием из кружка вырезается небольшой сектор. Края конуса склеиваются или скрепляются проволочной скобкой. Конус приклеивается к пластинке слюды или стекла.

Перед изготовлением объектов необходимо отобрать листочки слюды, дающие в полярископе наиболее красивые цвета, которые

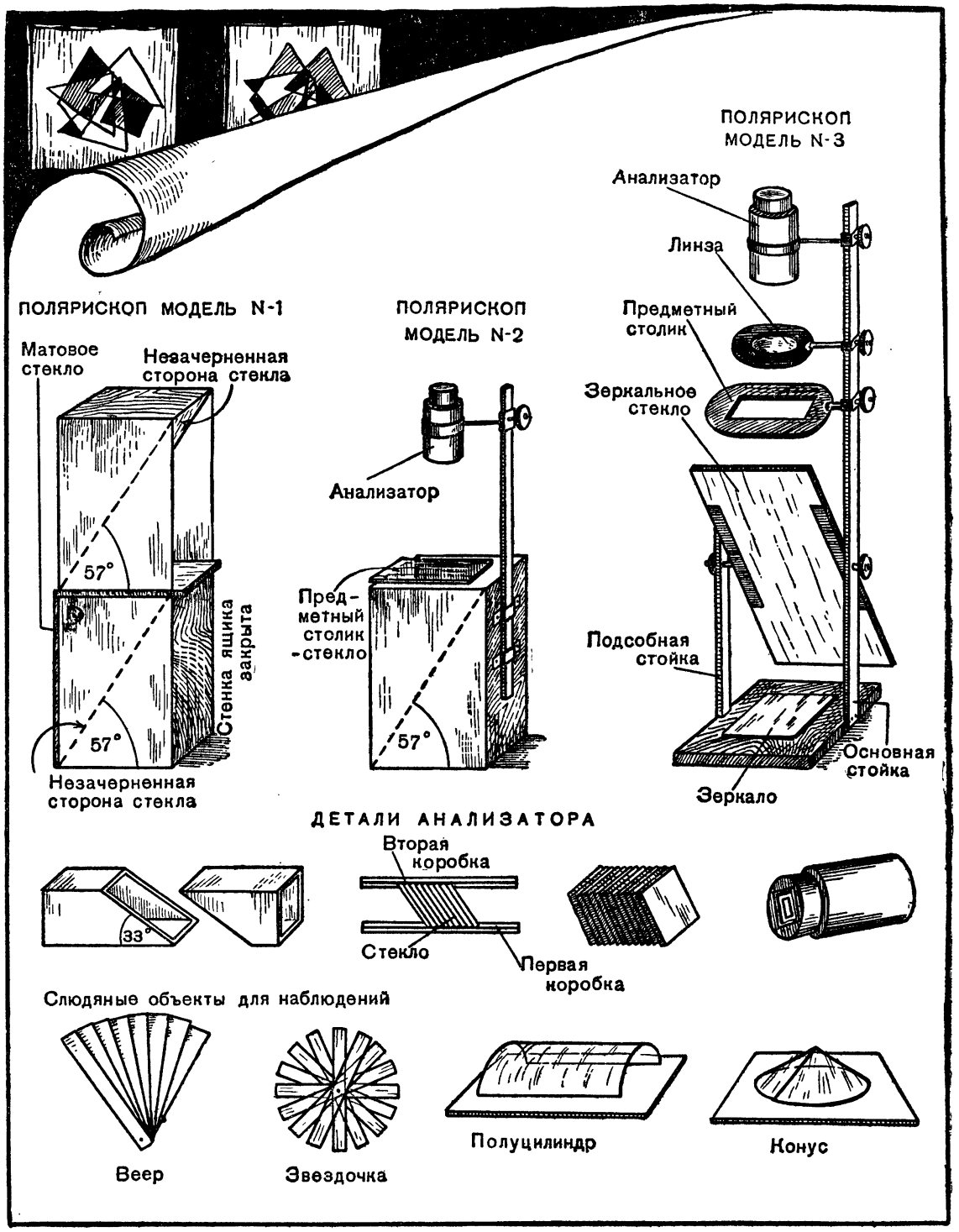


Рис. 28. Поляризованный свет и опыты с ним.

зависят от толщины слюдяной пластинки. Если слюдяные пластинки очень толсты, их можно расщепить не бывшим в употреблении лезвием безопасной бритвы, лучше всего под водой.

Рассмотренный нами полярископ имеет одно большое неудобство: его анализатор не поворачивается, и наблюдателю для получения лучшего угла отражения приходится изменять положение головы и глаз. Поэтому мы построим вторую модель полярископа, в котором роль анализатора будет играть не черное зеркало, а стопка стеклянных пластинок.

Для этого необходимо взять 15—16 покровных стекол, употребляемых при исследовании микроскопических объектов, сложить их вместе в стопку и поместить в картонную трубку так, чтобы отражающая поверхность стекол была наклонена к оси трубки под углом в 33°. Точный наклон угла зависит от сорта стекла и устанавливается опытным путем. В большинстве случаев покровные стекла имеют прямоугольную форму, поэтому прежде чем установить стопки стекол в круглую трубку, необходимо укрепить их в склеенной из картона прямоугольной коробочке, выдержав угол наклона в 33—35°. Удобнее всего сделать две прямоугольные коробочки, входящие одна в другую, и внутреннюю коробку разрезать пополам под нужным углом (рис. 28). Между скошенными таким образом стенками трубки зажимается стопка стекол, и вся система вставляется во вторую внешнюю прямоугольную коробку. Внутренние стенки коробок покрываются черной краской.

Анализатор должен поворачиваться вокруг своей вертикальной оси на 90°. Поэтому прямоугольную коробку с заложенной в ней стопкой стекол накрепко вклеивают в круглую картонную трубку, которая может вращаться во второй картонной трубке по принципу выдвижного объектива (рис. 28). Внутренняя трубка со стопкой стекол должна легко вращаться во внешней трубке. Полученная система устанавливается следующим образом: с полярископа снимается верхний ящик, к одной из боковых стенок нижнего ящика прибивается вертикально деревянная стойка, по которой двигается деревянная площадка с укрепленным в ней анализатором. Площадка с анализатором может быть установлена на любой высоте при помощи стопорного винта (рис. 28).

Все эксперименты, описанные ранее, могут быть повторены с новым анализатором.

Вращение анализатора на 90° дает возможность получить новые цветовые комбинации, так как световые колебания пропускаются, когда поляризатор и анализатор параллельны друг другу, и уничтожаются, когда поляризатор и анализатор пересекаются под прямым углом. Слюдяная пластинка, которую мы раньше поворачивали рукой над предметным столиком, при применении вращающегося анализатора не обязательна. Необходимость в применении матового стекла, прикрывающего открытую стенку нижнего ящика, тоже отпадает.

Проводя опыты с полярископами, не забывайте, что степень поляризации падающего светового луча зависит от угла его отражения от нижнего черного зеркала. Для различных сортов стекла, употребляемого в качестве зеркала, угол может быть различным. Поэтому в случае неполной поляризации слегка измените угол наклона нижнего черного зеркала. Лучшее освещение при проведении опытов дает свет, отраженный от белых облаков.

Построенные нами две модели полярископов позволяют провести опыты по наблюдению явлений поляризации с объектами из слюды и целлофана. Наибольший же интерес представляют опыты по исследованию в поляризованном свете микроскопических кристаллов. Обычно для этой цели применяются специальные поляризационные микроскопы, мы же используем двояковыпуклую линзу с 7—10-кратным увеличением и построим третью, наиболее совершенную модель полярископа для микроскопических объектов.

Конструкция этого прибора очень хорошо видна на рисунке. На устойчивом основании укреплены две стойки: основная и подсобная, между которыми может вращаться вокруг горизонтальной оси (для изменения угла наклона) укрепленная в боковых подвижных держателях пластинка из зеркального стекла. Наиболее удобный размер пластинки 10×15 *см*. На горизонтальной плоскости основания прибора непосредственно под зеркальным стеклом положено зеркало хорошего качества. В крайнем случае можно употребить черное зеркало.

В верхней части основной стойки на подвижной площадке укрепляется вращающийся анализатор (точно такой же, как и во второй модели). Непосредственно под анализатором монтируется вторая подвижная площадка, в центре которой помещена линза (фокусное расстояние линзы 20—25 *мм*, увеличение 7—10 крат). Под линзо-

вой площадкой помещается предметный столик, высота его над зеркальным стеклом регулируется только при налаживании прибора. Если исследуемый объект помещен на предметный столик, он наблюдается при проходящем свете, если же на зеркальное основание прибора, то в отраженном свете.

Закончив постройку поляриcкопа, мы можем перейти к дальнейшим опытам: исследованию кристаллов в поляризованном свете.

В качестве исследуемых объектов необходимо приготовить препараты растворимых солей различных веществ. Приготовляются препараты следующим образом. На чистом покровном стеклышке делается валик из парафина так, чтобы образовалось подобие коробочки, дном которой служит покровное стекло, а стенками — парафиновый валик. В эту «коробочку» наливается несколько капель насыщенного водного раствора исследуемого вещества. Через некоторое время вода испарится, и на стекле образуются кристаллы. Стекло с кристаллами накрывается вторым таким же стеклом, окантовывается — и препарат готов.

В качестве растворимых веществ, кристаллы которых дают в поляриcкопе прекрасные результаты, можно рекомендовать борную кислоту, виннокаменную кислоту, медный, железный и цинковый купорос, сахар, квасцы, двухромокислый калий, поташ, соду и другие легко кристаллизующиеся вещества.

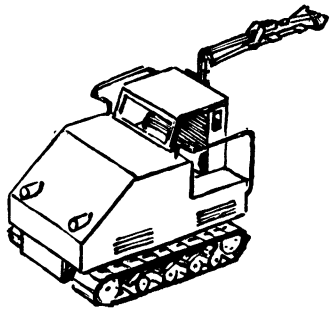
Если представится возможность, замените анализатор из стекла поляроидной пленкой, и у вас будет замечательный прибор для дальнейших исследований в этой увлекательной области науки. Возникает вопрос, где же в науке, технике и в быту можно использовать поляризованный свет? Применение его необычайно широко.

Конструкторы и архитекторы, разрабатывая проекты новых машин и сооружений и рассчитывая отдельные узлы, должны знать, как распределится нагрузка в данном узле, в каких частях она будет наибольшей. С этой целью изготовляется точная модель детали из целлулоида и просматривается в поляризованном свете. Подвергая модель различным нагрузкам, мы ясно увидим на целлулоиде все узлы напряжений и легко можем определить, где нужно усилить конструкцию или, наоборот, облегчить.

Геологи, исследуя в поляризованном свете различные минералы и изделия, могут безошибочно отличить природные от искусственных, поддельные от настоящих. Фотографы, выполняя репродукции с картин в застекленных рамах, могут легко уничтожить мешающие им блики от стекла, надевая на объектив поляризационный фильтр. Водителям автомашин в ночное время очень мешают вести машину слепящие фары встречных машин. Надев поляризационные очки, водитель избавляется от этих помех.

Поляризационный бинокль помогает капитанам кораблей вести корабль по правильному курсу, уничтожая при наблюдении мешающие световые блики на морских волнах. Поляризационные микроскопы позволяют ученым, изучая тончайшие срезы минералов (шлифы), выяснить структуру вещества. Применяя поляризованный свет в стекольной промышленности, легко проверить правильность и равномерность закалки стекла. Во многих областях науки и искусства находит применение поляризованный свет.

ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ КРУЖОК



Электроэнергия с каждым годом в нашей стране находит все большее применение во всех отраслях промышленности, в сельском хозяйстве, на транспорте, в военном деле и в быту.

Электрификация — это техническая база современной индустрии. По темпам электрификации СССР стоит на первом месте в мире.

Введение в строй новых гигантских электростанций в Куйбышеве и в Сталинграде, строительство многих других электростанций принесут стране громадное количество электроэнергии.

Где бы ни работала после окончания средней школы или вуза наша молодежь, ей всюду придется иметь дело с различными видами применения электроэнергии, с электрическими приборами, аппаратами, с электрическими машинами.

Практические знания по электротехнике особенно нужны в современном механизированном и электрифицированном сельском хозяйстве. Электрическое оборудование трактора, комбайна, автомобиля и установок по механизации труда требует умелого, культурного подхода.

Первые знания и навыки по электротехнике школьники получают на уроках физики и в электротехнических кружках. Изучая электрические машины и приборы, выполняя различные электромонтажные работы, кружковцы приучаются применять свои знания в жизни, на практике. Юные электротехники устраивают сигнализацию в школе, устанавливают распределительные щиты в физических кабинетах, делают проводку электрического освещения, сооружают небольшие ветроэлектростанции для зарядки аккумуляторов, строят небольшой мощности гидростанции, конструируют всевозможные электроприборы и технические модели, электрифицируют пионерские лагери и т. д.

На выставках детского технического творчества электрические модели и приборы занимают одно из первых мест. Эти разнообразные экспонаты свидетельствуют об огромных возможностях кружков электротехники и о высоком уровне детского технического творчества.

Занятия электротехнического кружка могут проходить в физическом кабинете, в классе, который оборудован всем необходимым для занятий, или в школьной мастерской. Лучше же всего для занятий иметь отдельную комнату, оборудованную специальными рабочими столами и различными пособиями.

Для хранения инструментов, материалов и работ, еще не законченных юными техниками, необходимо иметь шкафы. Кроме того, в мастерской или рабочей комнате должен быть стол для монтажных работ, столярный и слесарный верстаки.

Из слесарно-монтажных инструментов общего пользования для работы в кружке нужны молотки, напильники, паяльники, ножовки по металлу, циркули, линейки, ручные и электрические дрели и т. д.; а из столярных — пила лучковая, рубанок, стамеска, угольник, коловорот, шило. Набор инструментов должен постепенно пополняться.

Часть инструментов индивидуального пользования необходимо выделить для оборудования отдельных рабочих мест.

Для работы кружка требуются различные материалы, наименование и количество которых зависит от тематики моделирования.

В кружке надо иметь и различный бросовый материал: старые гальванические сухие

элементы, батарейки от карманного фонаря, обломки граммофонных пластинок, обломки пружин, шестеренки от часов, части штепселей, патронов, выключателей.

Для опытов, испытания моделей и лабораторных работ нужны источники постоянного и переменного тока различных напряжений.

Постоянный ток можно получить от батареи гальванических элементов, от аккумуляторов и самодельного электрического выпрямителя, если в физическом кабинете нет готовых выпрямителей — купроксных, селеновых или газотронных.

Переменный ток пониженного напряжения получают посредством трансформаторов. Для работы нужны напряжения в 12, 6, 4 *в* (соответственно выпускаемым низковольтным лампам).

Для кружковых занятий может быть смонтирован небольшой распределительный щит с измерительными приборами, предохранителями, рубильниками и клеммами для включения приборов. К щиту подводится постоянный ток от аккумуляторов или выпрямителя и переменный ток пониженного напряжения от трансформатора.

Для иллюстрации теоретических бесед можно использовать приборы по электричеству и магнетизму, имеющиеся в физическом кабинете, а также таблицы и альбомы, выпускаемые для техминимума электромонтеров, техникумов по основам электротехники и электроизмерительным приборам, общей электротехнике, электросварке и электрооборудованию предприятий. В помещении, где проходят занятия кружка, необходимо иметь небольшую библиотечку.

Для работ могут потребоваться электроизмерительные приборы щитовые и ящичного типа, вольтметры электромагнитные переменного тока со шкалами 220 *в*, 140 *в* и 25 *в*; вольтметры постоянного тока со шкалами от 15 до 250 *в*; амперметры переменного и постоянного тока на 10 *а*, 5 *а*, 3 *а* и 1*а*; ваттметр однофазного тока на 500 *вт*; счетчик однофазный переменного тока на 120 *в* и 5 *а*; проволочные реостаты с ползуном на 40—60 *ом* и 3—4 *а* и с большим сопротивлением.

В кружке надо иметь такие приборы, как электрический звонок, учебные моторчики и генераторы, телефонные трубки, магнитные стрелки и электроконструкторы.

На занятиях кружка желательно использовать автотракторные генераторы, трехфазные электромоторы небольшой мощности, коллекторные электродвигатели, выпускаемые для кинопередвижек, для привода к швейным машинам, хотя бы один электродвигатель трехфазного тока мощностью от 0,5 до 1 *квт*, а также отдельные части и детали электродвигателей постоянного и переменного тока. Все эти детали служат наглядными пособиями при изучении устройства машин и приборов.

Для практических работ с трансформаторами можно применить учебные разборные универсальные трансформаторы, имеющие обмотки на 120, 220 *в*, и понижающие — на 6 и 12 *в*.

Проводя занятия кружка, руководитель должен всегда помнить о технике безопасности. В работах с осветительной сетью юные техники должны соблюдать правила безопасности, так как ток осветительной сети напряжением 120 *в* опасен для жизни и при небрежном обращении с осветительными проводами можно вызвать поражение током или пожар.

Кружки по электротехнике следует организовывать для школьников младшего, среднего и старшего возраста. По уровню подготовки, как показывает опыт, могут быть организованы кружки для начинающих, еще не работавших по электротехнике пионеров и школьников. В этом кружке могут заниматься как старшие, так и младшие школьники, не имеющие опыта в работе по электротехнике: кружки для детей, уже работавших в данной отрасли. В таком кружке занимаются пионеры и школьники, которые дома или в кружке уже делали некоторые модели и опыты и кое-что читали по данному вопросу.

Кружки повышенного типа или специального назначения создаются для хорошо подготовленных и опытных юных техников, например кружок по автоматике и телемеханике или кружок по изучению электростанции и изготовлению действующей модели станции.

Первые занятия кружка носят обычно вводный, обзорный характер. Их цель — заинтересовать учащихся. Руководитель показывает, какие возможности имеются у кружка, чем будут заниматься юные техники, какое это имеет значение для их практической подготовки, показывает образцы моделей и приборов, альбомы чертежей и фотографий, демонстрирует опыты.

Так, в одном кружке преподаватель физики первые занятия посвятил осмотру фи-

зического кабинета школы и демонстрациям различных опытов. После этого был намечен план работы кружка. В другом случае детей объединила общая работа по подготовке электротехнического вечера. Для проведения опытов надо было изготовить соответствующее оборудование. Подготовка к вечеру увлекла учащихся и объединила их в деятельный кружок.

Содержание занятий электротехнического кружка определяется интересами учащихся, их подготовкой, а также подготовкой самого руководителя.

Вот какие виды работ можно рекомендовать кружку:

Электромонтажные работы по осветительной сети и «бытовой» электротехнике. Эти занятия особенно важны для учащихся 7-го класса, которые изучают в этом классе раздел электричества по курсу физики.

Лабораторное изучение электротехники. Эти практические работы по электротехнике проводятся в физическом кабинете школы с использованием самодельного и заводского оборудования.

Конструирование и изготовление самодельных приборов и электротехнических моделей.

К указанным выше видам работ электротехнического кружка следует добавить и такие, как проведение школьных вечеров, ученических конференций, пионерских сборов по технике, конкурсов на изготовление приборов и прочее.

Занятия кружка проходят по рабочему плану, который составляется, исходя из типовой программы или, точнее, списка тем, расположенных в известной методической последовательности. Темы программы, которые приводятся в приложении этого сборника, указаны примерные. Они могут быть видоизменены или сокращены в зависимости от интересов кружковцев и возможностей кружка.

Рабочий план, составленный по типовой программе, указывает, какие темы или задания из отдельных тем предполагается осуществить и в каком порядке, какие модели и приборы будут изготовлены юными техниками и какие беседы, доклады, экскурсии, опыты необходимо провести, как распределяются задания между отдельными членами кружка.

Особое внимание в рабочем плане кружка руководитель обращает на вопросы социалистического строительства в нашей стране, электрификации Советского Союза, истории русской электротехники и современных достижений советской науки и техники.

К практическим занятиям следует приступать с первых занятий кружка, так как это главным образом и привлекает учащихся в кружковой работе.

Как показывает опыт, учащиеся быстро овладевают первичными электромонтажными навыками, необходимыми им в бытовых условиях.

Школьники изучают устройство осветительной сети в доме, легко производят несложный ремонт электропроводки, устанавливают выключатели, ламповые патроны и штепсельные розетки. Под руководством учителя физики учащиеся ремонтируют электрооборудование физического кабинета школы и производят починку бытовых электронагревательных и других электрических приборов.

С увлечением занимаются школьники экспериментированием и практическими работами с приборами, имеющимися в физическом кабинете школы, и с самодельным оборудованием.

Например, большой интерес для юного техника представляет собрать и испытать установку, демонстрирующую принцип действия гидроэлектростанции. Установка собирается из учебной модели гидротурбины, приводимой в движение водой из водопроводного крана, и учебной магнито-электрической машины, которая может накаливать лампочку от карманного фонаря.

Кружковцы с интересом будут проводить опыты с учебными универсальными трансформаторами, позволяющими собрать модель передачи электроэнергии, демонстрировать принцип индукционной плавильной печи и электросварки.

Старшие школьники могут проводить испытание электромоторов, генераторов тока, практически изучать технические электроизмерительные приборы, электромоторы трехфазного тока, электрооборудование трактора, автомобиля.

Такие практические занятия, сопровождаемые беседами руководителя и докладами учащихся, знакомят кружковцев с некоторыми основами электротехники, с настоящими техническими машинами и приборами и прививают им навыки в обращении с электротехническим оборудованием.

На кружковых занятиях по лабораторному изучению электротехники учащиеся работают с учебными приборами по электриче-

ству, которые они видели на уроке физики в школе.

В физическом кабинете школы имеется много технических моделей и приборов, например: учебные трансформаторы, телеграф, телефон, микрофон, электрический звонок, модели электромоторов и генераторов. С каждым из этих приборов можно экспериментировать, делать опыты, практически изучать их.

Руководитель кружка может широко использовать для работы наборы электроконструкторов, «Детский телефон» и другие, выпускаемые промышленностью. Многие учащиеся имеют такие наборы и могут повторить опыты с ними у себя дома.

Электроизмерительные приборы — амперметры, вольтметры постоянного и переменного тока, ваттметры однофазного тока и электросчетчики, находящиеся в употреблении, — необходимо периодически проверять, сравнивая их с точными приборами. Овладев приемами проверки, кружковцы могут проверять приборы физического кабинета и выполнять простейший ремонт. Знакомясь с различными видами технических электроизмерительных приборов, кружковцы приучаются правильно выбирать их для различных измерений, расшифровывать условные обозначения на приборах, правильно включать эти приборы в электрическую цепь и снимать с них показания.

На занятиях кружка члены кружка знакомятся с устройством технических машин постоянного тока небольшой мощности, сравнивают их с учебными моделями, которые они изучали на уроках физики.

Большое значение для кружковцев имеет практическое ознакомление с устройством распределительного щита, с мотор-генераторной установкой, если они имеются в физическом кабинете. Для изучения в кружке особенно удобны автотракторные генераторы, которые можно достать в гараже или в ремонтных мастерских МТС.

Автотракторные генераторы выпускаются мощностью 80, 100 *вт* и выше. Они могут быть легко перемонтированы в шунтовые динамомашины. Динамо от автомобиля или трактора может быть смонтировано с электродвигателем переменного тока в мотор-генераторную установку. Такой переносный мотор-генератор используют в кружке для практических работ по изучению динамомашины и двигателя, а также для зарядки аккумуляторов. Если мотор-генератор применяют для проведения практических работ, то необходимо сделать выводы от концов обмоток якоря и возбуждения в генераторе, а в электродвигателе вывести к клеммам шесть концов обмоток для соединения звездой или треугольником (для электродвигателя трехфазного тока).

Хорошим пособием для практического изучения основ электротехники может служить электрооборудование автомобиля или трактора. Монтаж такой установки, показывающий в действии приборы, окажет большую помощь кружковцам, изучающим устройство автомобиля или трактора.

Из машин трехфазного тока кружковцы должны познакомиться с асинхронным короткозамкнутым двигателем, который широко применяется на производстве. Таким двигателем в кружке может служить маломощный электродвигатель трехфазного тока вентиляционного типа или электропривод к вакуумному насосу физического кабинета и станкам в мастерской школы.

Занимаясь в кружке, юные техники изучат трансформаторы, которые широко применяются для передачи электрической энергии, в электросварке и пр. Практические работы учащиеся выполняют с учебными трансформаторами, которые имеются в физическом кабинете. Например, для демонстрации принципа действия двигателя трехфазного тока, вращающегося магнитного поля можно собрать установку из трех учебных однофазных трансформаторов.

Изготовляя электрические приборы и технические модели, школьники приобретают новые технические знания и трудовые, конструкторские навыки. Особенно большой интерес у кружковцев вызывает постройка приборов и моделей по автоматике и телемеханике. Эта область работы тесно связывает работу юных электротехников с кружком радиолюбителей.

Работы с электронной лампой и электрическими установками, связанными с ней, имеют исключительное значение в оборудовании современного производства, в различных измерениях, в технологии, в автоматических устройствах и телеизмерениях и телеуправлении. Но такие работы требуют от учащихся большой теоретической подготовки, и потому их следует рекомендовать для старших школьников. Для младших школьников можно указать ряд простых автоматических устройств, основанных на электромагнитном или тепловом реле.

По разделу электричества кружковцы могут изготовить своими силами различные

модели моторов, электромагнитные подъемные краны, телеграф, электролитические выпрямители переменного тока, гальванические элементы, электрифицированные схемы и т. д. Учащиеся могут электрифицировать многие физические приборы школы, например: желоб Галилея, машину Атвуда, сделать электропривод к насосу Комовского. Очень многие лабораторные приборы для фронтальных лабораторных работ по физике не требуют сложного оборудования и могут быть изготовлены силами школьников в кружке, например: ключи для электрических цепей, подставки для электролампочек, проволочные сопротивления и др.

Очень полезно и интересно изготовить такие модели и установки, которые учитель мог бы демонстрировать на уроках в классе.

Эти модели наглядно покажут применение законов науки в технике и познакомят учащихся с принципами работы технических установок. Кружковцы могут, например, построить действующую модель, показывающую в упрощенном, элементарном виде электроискровой метод обработки металлов, модель конвейера, автомата по сортировке деталей, принцип автоблокировки, электролитическую ванну для оцинкования или омеднения железных изделий, модель электромагнитного сепаратора, модель, показывающую принцип разведки железных руд, модель, демонстрирующую электросварку, электронагрев и другое.

Техника безопасности в обращении с электрическим током. Ток напряжением в 36 *в* и ниже безопасен для взрослого человека. Ток свыше 36 *в*, прошедший через тело человека, может быть для него смертельным. Величина тока, проходящего через тело человека, зависит от величины напряжения тока и сопротивления тела. Последнее может колебаться в пределах от 50 т. *ом* до 1 т. *ом* и ниже и зависит от влажности кожи, величины поверхности соприкосновения с токонесущим проводом и других причин.

Прикосновение к одному токонесущему проводу при хорошем соединении с землей, например, в сырых помещениях или при одновременном касании проводов и труб водяного отопления или водопровода очень опасно.

Поэтому все токопроводящие части должны быть ограждены или закрыты кожухами на рубильниках и реостатах, крышками на предохранителях, изолирующими головками на клеммах и т. д.

Работы по ремонту осветительной сети напряжением в 120 и 220 *в*, ремонт выключателей, штепсельных розеток, патронов, проводов возможны только при выключенном токе.

Предохранительные устройства должны быть закрытого типа. При коротком замыкании, при сгорании предохранителя брызги расплавленного металла могут попасть в глаз или причинить ожог коже лица и рук.

При перегрузке проводов последние нагреваются, и изоляция портится. Запах нагретой резины свидетельствует о необходимости немедленного выключения тока и проверки исправности сети. Нагревание проводов, короткие замыкания при неисправных предохранителях могут вызвать пожар.

В электротехнических работах следует воспитывать у детей осторожное, умелое и бережное обращение с электрическим током и электрическими установками. Это имеет большое значение для их будущей профессиональной работы, какую бы специальность они ни избрали для себя.

О КОНСТРУИРОВАНИИ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ И ПРИБОРОВ

Конструирование электротехнических моделей и приборов — сложное дело. Объясняется это прежде всего большим разнообразием моделей и приборов, а также использованием в них многочисленных узлов и деталей, требующих при изготовлении точного расчета, достаточных знаний.

Все электротехнические приборы и модели можно грубо разделить на пять групп: упрощенные приборы и модели, действующие модели, недействующие модели, часто называемые «макетами», универсальные приборы и конструкторы-наборы. Наибольшее распространение из них получили действующие модели.

Прежде чем приступать к конструированию электрических приборов и моделей, надо четко уяснить предъявляемые к ним требования. Руководитель кружка должен всегда стремиться к тому, чтобы данный прибор, как бы упрощен он ни был, доступно для учащихся воспроизводил при

своем действии то или иное физическое явление. Ясно, что конструкция такого прибора должна содержать возможный минимум деталей и быть простой и понятной для учащихся.

На рисунке 1 изображен прибор «вращающийся виток». Прибор наглядно показывает принцип действия электромоторов, устройство якоря, коллектора, щеток и электродвигателя в целом. На таком приборе, например, можно легко показать влияние изменения магнитного поля, пронизывающего виток, путем простого перемещения полосовых магнитов или увеличением их числа с каждой стороны рамки. В большинстве такие приборы являются демонстрационными и поэтому должны изготовляться весьма больших размеров.

Иные требования предъявляются к моторам в более совершенных действующих моделях. Они должны по возможности иметь сходство с настоящими двигателями, применяемыми в технике, в нашей практике. В модели электротрактора, изображенной на рисунке 33, тоже ставится электромотор, но конструкция его уже имеет много общего с настоящим двигателем, применяемым в жизни.

Большое распространение в электротехнических кружках получили различные конструкторы (наборы), например набор «Электроконструктор» и другие.

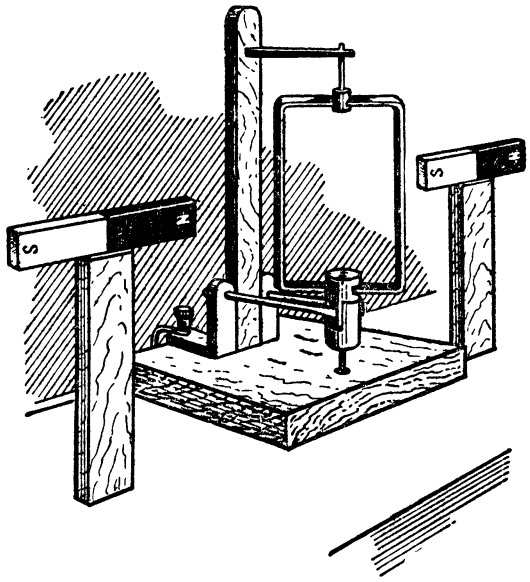


Рис. 1. Прибор «вращающийся виток».

Любой из таких конструкторов состоит из некоторого количества простейших деталей и узлов, подбирая которые можно быстро

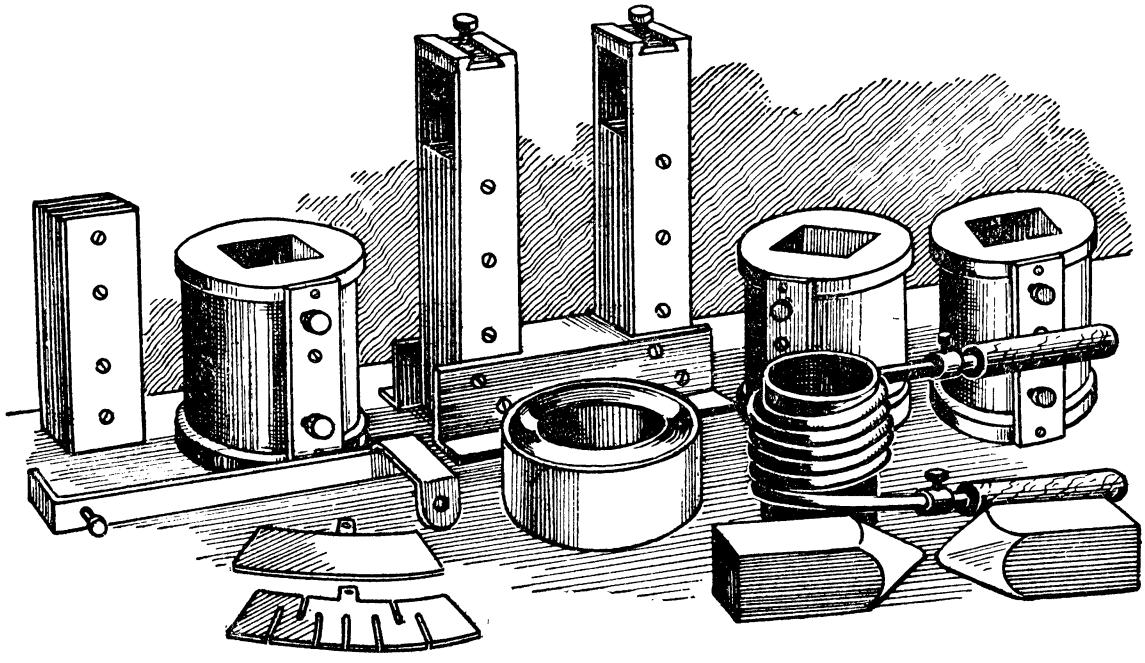


Рис. 2. Универсальный набор «Учебный трансформатор».

собрать ряд наглядных приборов и установок для различных опытов.

Меньшее распространение в практике электротехнического кружка получили недействующие модели, часто приводимые в движение от руки, и универсальные приборы (их нельзя путать с конструкторами), при помощи которых демонстрируют серию различных опытов, иногда из различных разделов электротехники (рис. 2).

Рассматривая электротехнические приборы и модели, можно встретить в них ряд узлов и деталей, характерных для многих физических приборов. К таким деталям относятся, например, подставки, поддерживающие приспособления, различные механические и монтажные детали. Руководитель кружка, имея эскиз или описание предполагаемого прибора и хорошо представив физические основы его действия, в большинстве случаев без особых трудностей находит конструктивное решение таких «общих» узлов. Однако чтобы получить хотя бы ориентировочные сведения о наиболее выгодном конструктивном решении специальных электротехнических узлов, руководителю приходится обращаться к элементарным расчетам, а часто и к эксперименту.

Приведем такой характерный пример.

Группа юных электротехников после посещения одного из заводов решила построить в кружке действующую модель подъемного электромагнитного крана (рис. 3). Конструирование такой модели обязательно потребует от руководителя определенных конструкторских знаний и умений и ряда чисто электротехнических расчетов. В частности, надо рассчитать грузоподъемность электромагнита, мощность двигателя для перемещения крана, наконец рассчитать трансформатор, питающий током всю модель. Модель подъемного крана будет надежно действовать только в том случае, если все расчеты руководитель сделает с надлежащим вниманием и анализом.

В этой главе даются некоторые советы по конструированию и элементарному расчету наиболее распространенных электрических приборов и узлов: электромагнитов, пусковых реле, двигателей и трансформаторов.

ЭЛЕКТРОМАГНИТЫ

Электромагнит применяется во многих электротехнических приборах. Он представляет собой катушку из проволоки, намотанной на железный сердечник, форма которого может быть различной. Железный сердечник является одной частью магнитопровода, а другой частью, с помощью которой замыкается путь магнитных силовых линий, служит якорь. Магнитная цепь характеризуется величиной магнитной индукции — B, которая зависит от напряженности поля и магнитной проницаемости материала. Именно поэтому сердечники электромагнитов делают из железа, обладающего высокой магнитной проницаемостью. В свою очередь, от магнитной индукции зависит силовой поток, обозначаемый в формулах буквой Φ.

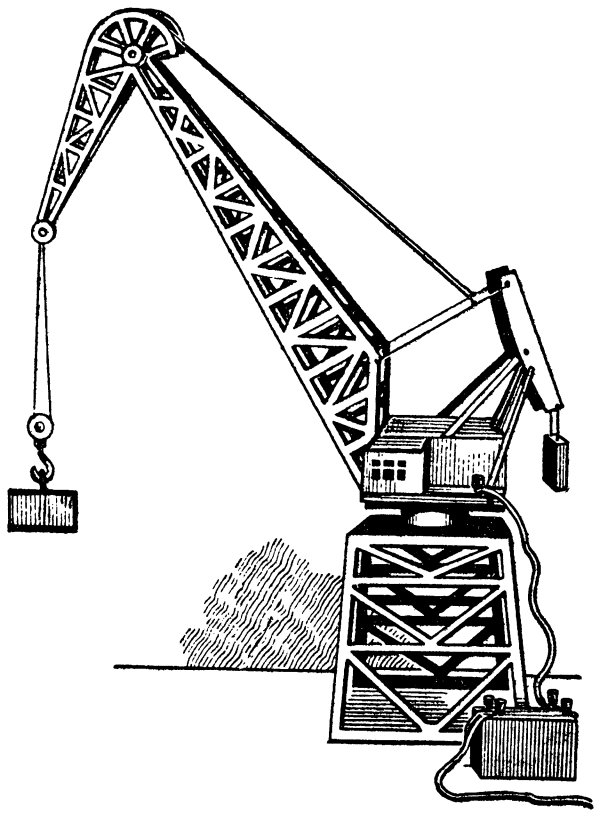


Рис. 3. Модель подъемного крана с электромагнитом.

$\Phi = B \times S$ = магнитная индукция $\times$ площадь поперечного сечения магнитопровода.

Силовой поток зависит также от так называемой магнитодвижущей силы ($Ем$), которая определяется числом ампервитков на 1 *см* длины пути силовых линий и может быть выражена формулой:

$$\Phi = \frac{\text{магнитодвижущая сила } (Ем)}{\text{магнитное сопротивление } (Rм)}$$

Здесь $Ем \approx 1{,}3\ IN$, где N — число витков катушки, а I — сила текущего по катушке тока в амперах. Другая составляющая: $Rм = \frac{l}{MS}$, где l — средняя длина пути силовых магнитных линий, M — магнитная проницаемость, а S — поперечное сечение магнитопровода.

При конструировании электромагнитов весьма желательно получить большой силовой поток. Добиться этого можно, если уменьшить магнитное сопротивление. Для этого надо выбрать магнитопровод с наименьшей длиной пути силовых линий и с наибольшим поперечным сечением, а в качестве материала — железоматериал с большой магнитной проницаемостью.

Другой путь увеличения силового потока путем увеличения ампервитков не является приемлемым, так как в целях экономии проволоки и питания следует стремиться к уменьшению ампервитков.

Обычно расчеты электромагнитов делаются по специальным графикам. В целях упрощения в расчетах мы будем также пользоваться некоторыми выводами из графиков.

Предположим, требуется определить ампервитки и силовой поток замкнутого железного магнитопровода, изображенного на рисунке 4,*а* и сделанного из железа самого низкого качества.

Рассматривая график намагничивания железа, нетрудно убедиться, что наиболее выгодной является магнитная индукция в пределах от 10 000 до 14 000 силовых линий на 1 *см*², что соответствует от 2 до 7 ампервиткам на 1 *см*. Для намотки катушек с наименьшим числом витков и более экономичных в смысле питания для расчетов надо принимать именно эту величину (10 000 силовых линий на 1 *см*² при 2 ампервитках на 1 *см* длины). В этом случае расчет может быть произведен следующим образом.

Так, при длине магнитопровода $l = l_1 + l_2$, равной 20 *см* + 10 *см* = 30 *см*, потребуется 2×30=60 ампервитков. Если диаметр сердечника примем равным 2 *см*, то его площадь будет равна:

$S = \frac{3{,}14\ Д^2}{4} = \frac{3{,}14 \times 2 \times 2}{4} = 3{,}14$ *см*². Отсюда возбуждаемый магнитный поток будет равен: $Ф = B \times S = 10\,000 \times 3{,}14 = 31\,400$ силовых линий. Можно приближенно вычислить и подъемную силу электромагнита (P).

$$P = \frac{B^2 \times S}{25 \times 1\,000\,000} = \frac{10\,000 \times 10\,000 \times 3{,}14}{25 \times 1\,000\,000} = 12{,}4\ кг.$$

Для двухполюсного магнита этот результат следует удвоить. Следовательно, P=24,8 *кг* ≈ 25 *кг*. При определении подъемной силы необходимо помнить, что она зависит не только от длины магнитопровода, но и от площади соприкосновения якоря и сердечника. Поэтому якорь должен точно прилегать к полюсным наконечникам, иначе даже малейшие воздушные прослойки вызовут сильное уменьшение подъемной силы.

Далее производится расчет катушки электромагнита. В нашем примере подъемная сила в 25 *кг* обеспечивается 60 ампервитками. Рассмотрим, какими средствами можно получить произведение $N \cdot J = 60$ ампервиткам.

Очевидно, этого можно добиться либо путем использования большого тока при малом количестве витков катушки, например 2 *а* и 30 витков, либо путем увеличения числа витков катушки при уменьшении тока, например 0,25 *а* и 240 витков. Таким образом, чтобы электромагнит имел подъемную силу в 25 *кг*, на его сердечник можно намотать и 30 витков и 240 витков, но при этом изменить величину питающего тока. Конечно, можно выбрать и другое соотношение.

Однако изменение величины тока в больших пределах не всегда возможно, так как оно обязательно потребует изменения диаметра применяемой проволоки. Так, при кратковременной работе (несколько минут) для проводов диаметром до 1 *мм* допустимую плотность тока, при которой не происходит сильного перегревания провода, можно принять равной 5 *а/мм*². В нашем примере проволока должна быть следующего сечения: для тока в 2 *а* — 0,4 *мм*², а для тока в 0,25 *а* — 0,05 *мм*².

Воспользовавшись таблицей (см. приложение), найдем, что диаметр проволоки будет 0,7 *мм* или 0,2 *мм*.

Каким же из этих проводов следует производить обмотку?

С одной стороны, выбор диаметра провода может определяться имеющимся у руководителя ассортиментом проволоки, с другой — возможностями источников питания как по току, так и по напряжению. Действительно, две катушки, одна из которых изготовлена из толстой проволоки в 0,7 *мм* и с небольшим числом витков — 30, а другая — из

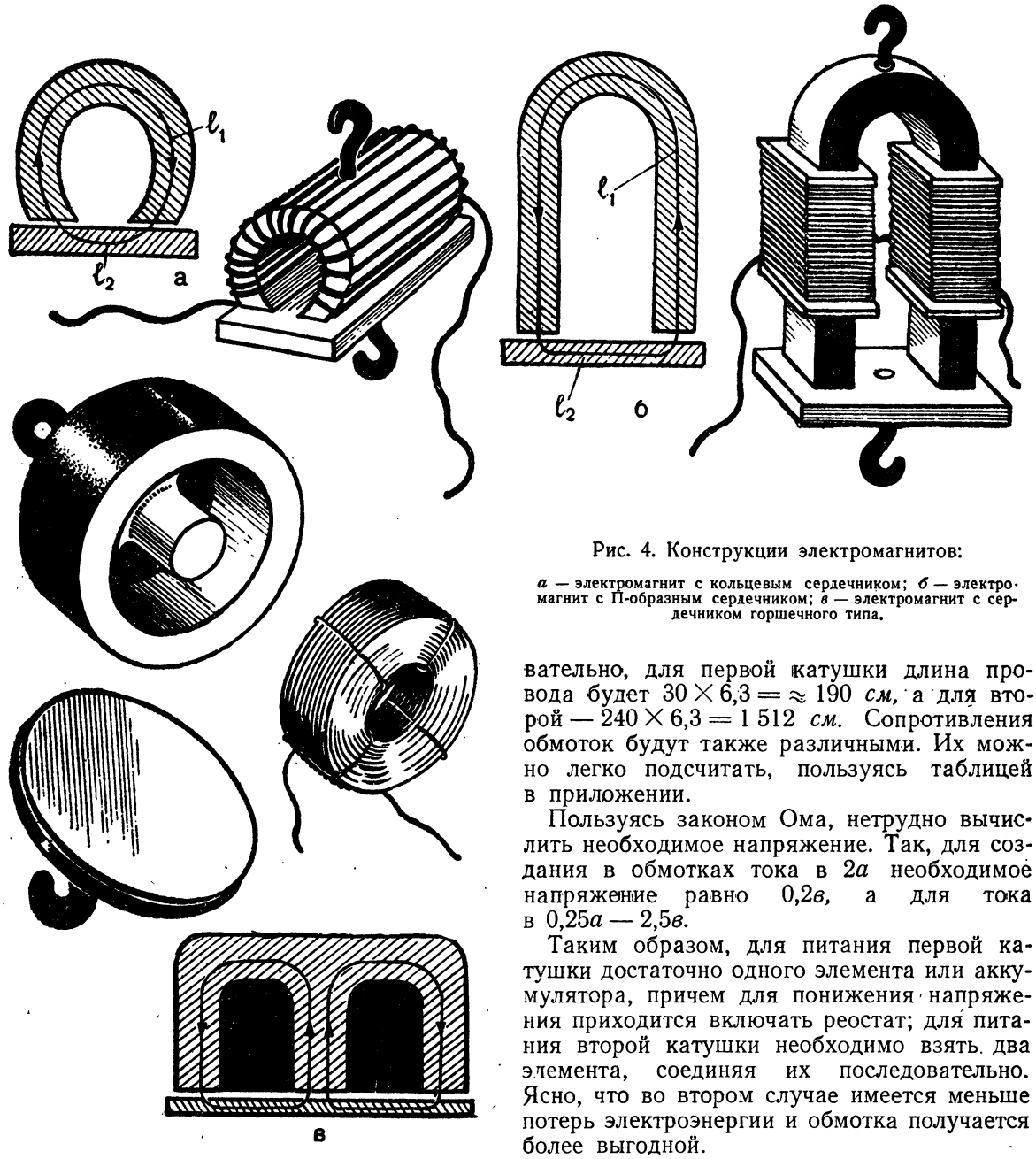


Рис. 4. Конструкции электромагнитов:

а — электромагнит с кольцевым сердечником; *б* — электромагнит с П-образным сердечником; *в* — электромагнит с сердечником горшечного типа.

проволоки в 0,2 *мм* и числом витков 240, будут иметь резко различное сопротивление.

Зная диаметр проволоки и ее длину по таблице, можно легко определить сопротивление. Длина проволоки (l) равна, произведению общего числа витков на длину одного из них (среднюю): $l = N \times l_1$, где l_1 — длина одного витка, равная $3{,}14 \times Д$. В нашем примере $Д = 2$ *см*, и $l_1 \approx 6{,}3$ *см*. Следовательно, для первой катушки длина провода будет $30 \times 6{,}3 = \approx 190$ *см*, а для второй — $240 \times 6{,}3 = 1\,512$ *см*. Сопротивления обмоток будут также различными. Их можно легко подсчитать, пользуясь таблицей в приложении.

Пользуясь законом Ома, нетрудно вычислить необходимое напряжение. Так, для создания в обмотках тока в 2*а* необходимое напряжение равно 0,2*в*, а для тока в 0,25*а* — 2,5*в*.

Таким образом, для питания первой катушки достаточно одного элемента или аккумулятора, причем для понижения напряжения приходится включать реостат; для питания второй катушки необходимо взять два элемента, соединяя их последовательно. Ясно, что во втором случае имеется меньше потерь электроэнергии и обмотка получается более выгодной.

Анализ полученных результатов позволяет сделать еще такой вывод: диаметр проволоки подбирается так, чтобы питание катушки можно было производить только от одного элемента (или аккумулятора) без каких-либо реостатов, где энергия тратится непроизвольно. Нетрудно заметить, что при диаметре проволоки приблизительно 0,4 *мм* и силе тока около 0,4 *а* нужное напряжение для питания катушки составит $1{,}3 \div 1{,}4$ *в*, то-есть как раз напряжение одного элемен-

та. Таков элементарный расчет электромагнитов.

Конструируя электромагниты, надо не только производить указанный расчет, но и уметь выбрать материал для сердечника, его форму, продумать технологию изготовления. Удовлетворительными материалами для изготовления сердечников в кружках являются прутковое железо (круглое и полосовое) и различные железные изделия: болты, проволока, гвозди, шурупы и т. д.

Чтобы избежать больших потерь на токах Фуко, сердечники для приборов переменного тока необходимо собирать из изолированных друг от друга тонких листов железа или проволоки. Для придания железу «мягкости» его необходимо подвергать отжигу.

Большое значение имеет и правильный выбор формы сердечника. Наиболее рациональные из них кольцевые и П-образные. Некоторые из распространенных сердечников показаны на рисунке 4.

ПУСКОВЫЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ РЕЛЕ

Большое распространение в современной автоматике и телемеханике получили различные электромагнитные реле (рис. 5). Электромагнитное реле имеет очень простое устройство. Это обычный электромагнит, к которому якорь прикреплен с помощью шарнира. Когда по обмотке проходит ток, якорь притягивается к сердечнику и замыкает специальные контактные пластинки. Концы контактных пластинок обычно соединяются проводниками с различными электрическими цепями, производя включение или выключение отдельных приборов в этих цепях.

При выключении тока из обмотки сердечник размагничивается, маленькая пружинка возвращает якорь в первоначальное положение и переключает контактные пластинки.

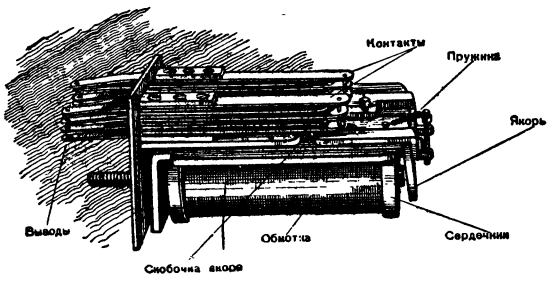


Рис. 5. Электромагнитное реле телефонного типа.

Во многих технических кружках приходится изготовлять самодельные электромагнитные реле.

Электромагнитное реле можно представить как магнитопровод с воздушным зазором. Однако наличие даже небольшого зазора (до 2 *мм*) приводит к сильному уменьшению величины магнитного потока. Увеличить напряженность магнитного поля можно ампервитками.

Из соотношения $\frac{N \cdot J}{см} = 0{,}8\ H$ нетрудно найти, что для поддержания в воздушном зазоре между якорем и сердечником напряженности магнитного поля в 10 000 эрстедов, теперь уже потребуется 8 000 ампервитков на 1 *см*, а при выбранном зазоре в 2 *мм* — $8\,000 \times 0{,}2 = 1\,600$ ампервитков.

Таким образом, обмотка электомагнитных реле должна содержать значительно большее число витков или пропускать более значительный ток, чтобы в железном магнитопроводе сохранить большую магнитную индукцию. С этой же целью надо стараться по возможности уменьшать величину воздушных зазоров.

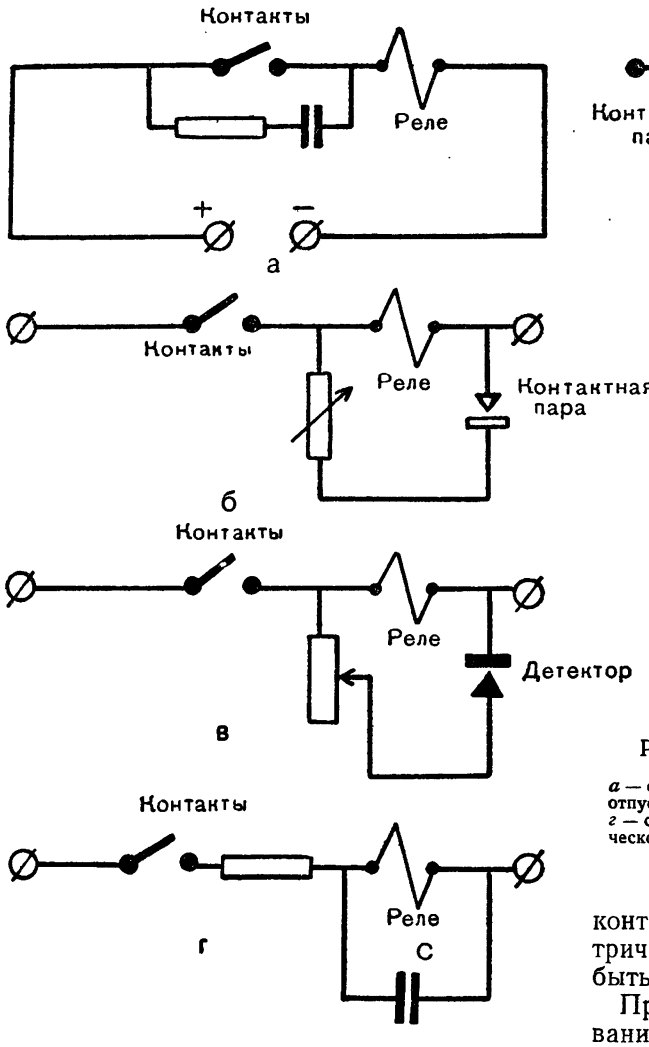
Всякое реле характеризуется чувствительностью, временем срабатывания и отпускания, габаритами и количеством независимо друг от друга включаемых цепей.

Чувствительность реле — его основная характеристика — определяется величиной электрической мощности, которую необходимо подвести к реле, чтобы заставить его сработать. Следовательно, она зависит от ампервитков.

Реле, срабатывающее при одних и тех же условиях, но при меньшей величине ампервитков, будет более чувствительным, чем реле, срабатывающее при большой величине ампервитков.

Однако чувствительность реле зависит и от конструкции всего реле — ярма, сердечника, якоря — и от механического противодействия со стороны якоря и пружин при срабатывании.

Для изготовления качественных реле необходимо прежде всего правильно выбрать форму и материал для магнитопровода, как это делалось и при конструировании электромагнитов. Хорошие результаты можно полу-



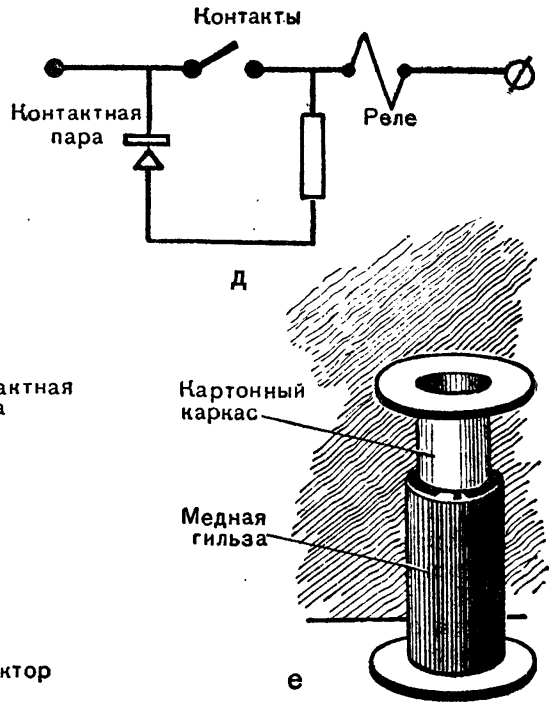


Рис. 6. Включение электромагнитного реле:

а — схема искрогасящего контура; *б* — схема замедления отпускания реле; *в* — схема замедления отпускания реле; *г* — схема замедления срабатывания реле; *д* — схема электрической самоблокировки; *е* — установка медной гильзы для замедления работы реле.

чить от реле с сердечниками, изготовленными из стали Армко и пермаллоя.

Обмотку катушки нужно делать виток к витку, так, чтобы хорошо заполнить катушку проводником.

Особенно серьезное внимание следует уделить контактным пластинкам. Малейшее загрязнение, окисление или обгорание контактов приводит к ненадежной работе всего реле.

Контакты реле изготовляются из специальных сортов контактного сплава или чистого серебра и приклепываются к длинным узким пластинкам из мельхиора или упругих сортов латуни. Один контакт делают плоским, а другой — коническим. Контакты должны прижиматься друг к другу с некоторой силой (до 30 *г*), которую можно изменить, изогнув контактные пружины. Расстояние между контактами берется не менее 0,25 *мм*, электрическая нагрузка на контакты должна быть не более 30 *вт*.

При работе реле следует избегать нагревания, искрения и вибрации контактов, так как в противном случае срок надежной работы контактной системы резко сокращается.

Для уничтожения искрения часто применяют специальные схемы искрогашения, например схему, показанную на рисунке 6, *а*. Величина сопротивления и емкость конденсатора подбираются опытным путем.

В автоматических устройствах иногда необходимо замедлить как срабатывание, так и отпускание реле. Достигается это коротким замыканием вторичной обмотки. На основную обмотку реле наматывается медная проволока без изоляции или надевается медное кольцо. От площади сечения этой обмотки и зависит величина замедления. Чем больше площадь, тем больше и замедление (рис. 6, *е*).

В тех же случаях, когда реле при срабатывании и отпускании должно иметь различное замедление, применяют другие схемы.

На рисунке 6 показаны три такие схемы. В первых из них (рис. 6, *б* и 6, *в*) величина замедления зависит от величины шунтирующего сопротивления (чем меньше сопротивление, тем больше величина замедления). В третьей схеме замедление времени срабатывания достигается конденсатором *С*.

Наконец в некоторых устройствах реле ставят в такой режим, чтобы оно, сработав, не отпускало якорь и при выключении тока из обмотки, как говорят, заблокировалось. Такая блокировка может быть осуществлена механическим путем или с помощью электрической схемы. Схема электрической самоблокировки показана на рисунке 6, *д*.

По принципу электромагнитных реле работают и электромагнитные шаговые распределители, нашедшие большое распространение в телемеханике. Устройство и работу такого распределителя легко уяснить из рисунка 7.

На якоре электромагнита укреплена изогнутая пластинка — «собачка», которая заходит своим концом в одну из впадин зубчатого колеса — храповика, укрепленного на тонкой стальной оси. На этой же оси сидят пружинящие металлические пластинки — «щетки», которые, скользя по контактам, осуществляют замыкание электрических цепей.

Когда якорь притягивается электромагнитом, «собачка» нажимает на зуб храпового колеса, последнее поворачивается и передвигает щетки с одного контакта на другой. Так, в порядке очередности могут быть включены различные приборы.

При конструировании распределителей (искателей) надо тщательно изготовлять «собачку» и храповое колесо. Следует заметить, что количество зубцов храпового колеса зависит от хода якоря и, следовательно, зазора между сердечником и якорем, а число возможных контактов не может превышать числа зубцов храповика.

Выбор материалов и формы сердечника для шаговых распределителей производится так же, как это делалось в электромагнитах.

ТРАНСФОРМАТОРЫ

Большое распространение в электротехнике имеют различные трансформаторы. Первые трансформаторы были изготовлены знаменитыми русскими электротехниками П. Н. Яблочковым и И. Ф. Усыгиным. С изо-

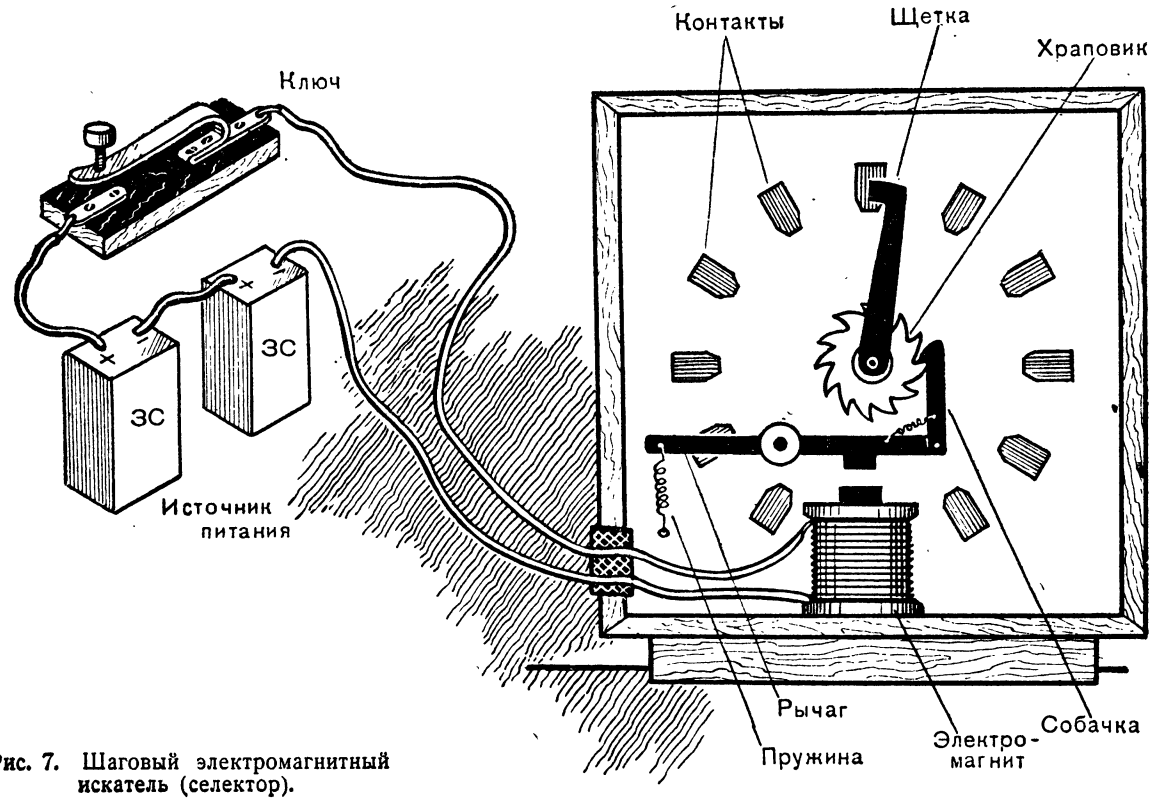


Рис. 7. Шаговый электромагнитный искатель (селектор).

бретением трансформаторов стало возможным передавать электрическую энергию на большие расстояния по проводам сравнительно небольшого сечения. Трансформаторы нашли широкое применение в технике, в повседневной жизни, там, где требуется преобразование тока низкого напряжения в ток высокого напряжения или наоборот.

Трансформатор представляет собой пакет (сердечник), собранный из тонких стальных листов (трансформаторная сталь), на который намотаны две или несколько обмоток. В одну из них, называемую первичной, поступает ток, подлежащий преобразованию. Ток создает в сердечнике трансформатора переменное магнитное поле, которое индуктирует электрический ток во вторичных обмотках. При этом напряжение в этих обмотках зависит от соотношения числа витков обмоток. Во сколько раз число витков вторичных обмоток больше или меньше числа витков первичной, во столько же раз напряжение тока в них будет выше или ниже первичного.

Расчет трансформаторов обычно производится по номограммам и достаточно сложен. Однако элементарный расчет, хорошо приближающийся к практическому результату, весьма доступен.

В трансформаторах расчету подлежат: мощность обмоток, сечение железа, количество витков и диаметр проводов обмоток.

Общую мощность трансформатора составляет сумма мощностей, потребляемых от его вторичных обмоток, и потери в железе.

Предположим, что нам необходимо рассчитать понижающий трансформатор с 120 *в* до 6 *в* (рис. 8, *а*). Количество вторичных обмоток две. Ток для каждой обмотки равен 5*а* (рис. 8, *а*). Общая мощность трансформатора будет $P = P_1 + P_2 = I_1u_1 + I_2u_2 = 6 \times 5 + 6 \times 5 = 60$ *вт*. Как правило, потери в железе трансформатора колеблются в пределах от 10 до 25%. Поэтому мощность, потребляемая из сети (P сети), будет на 10—25% больше, чем мощность P, и будет равна: P сети $= 1{,}25\ P$. В нашем примере P сети $= 1{,}25 \times 60 = 75$ *вт*.

Затем определяют сечение железного сердечника для трансформатора *Sж*.

$$Sж = 1{,}2\sqrt{P \text{ сети}} = 1{,}2\sqrt{75} \approx 10{,}3\ см^2.$$

Сечение сердечника (*Sж*) выражается произведением ширины железной пластины сердечника (или средней части пластины при Ш-образном железе) на толщину всего пакета железа (набора). Когда сечение будет определено, рассчитывают число витков на 1 *в* напряжения в обмотке, пользуясь следующей формулой:

$N = \frac{60}{Sж}$[1] (для среднего качества железа).

Здесь N — число витков, приходящихся на каждый вольт напряжения любой обмотки (включая сетевую). Каждая вторичная обмотка должна иметь напряжение 6 *в*. Следовательно, на 1*в* должно приходиться $N = \frac{60}{10{,}3} = 6$ витков, а всего в обмотке будет 36 витков. Сетевая обмотка на 127 *в* должна иметь $6 \times 127 = 762$ витка.

Следующим этапом расчета трансформатора будет определение диаметров проводов обмоток. Это делается по формуле: $d = 0{,}8\sqrt{I}$, где d — диаметр провода обмотки (по меди) в миллиметрах, I — сила тока в амперах. В нашем примере $d = 0{,}8\sqrt{5} \approx 1{,}7$ *мм*.

Сила тока в сетевой обмотке определяется по вспомогательной формуле:

I сети $= \frac{P \text{ сети}}{U \text{ сети}}$, то-есть I сети $= \frac{75}{127} = 0{,}6$ *а*.

Следовательно проволоку надо взять диаметром $= 0{,}8\sqrt{0{,}6} \approx 0{,}6$ *мм*.

Часто в первичной обмотке ставится переключатель, необходимый для изменения различных напряжений питающей сети. Если сетевая (первичная) обмотка наматывается с отводами, то диаметр провода каждой части между отводами нужно рассчитать отдельно, то-есть для части 110 *в* I сети $= \frac{75}{110} \approx 0{,}7$ *а* и диаметр провода $d_1 = 0{,}8\sqrt{0{,}7} \approx 0{,}7$ *мм*, а для обмотки на 220 *в* I сети $= \frac{75}{220} = 0{,}35$ *а* и диаметр провода $d = 0{,}8\sqrt{0{,}35} \approx 0{,}5$ *мм*.

Размер пластин сердечника и толщина набора пластин зависят от мощности трансформатора. Обычно для изготовления трансформаторов используются штампованные трансформаторные пластины, размеры которых стандартизованы и приведены в таблице (см. приложения).

Изготовление катушек трансформаторов производится на каркасах из изоляционного материала (прессшпана, гетинакса и т. д.), процесс их изготовления показан на рисунке 8, *г*, *д*. Картонные каркасы склеиваются

[1] Для низких сортов железа $N = \frac{80}{Sж}$.

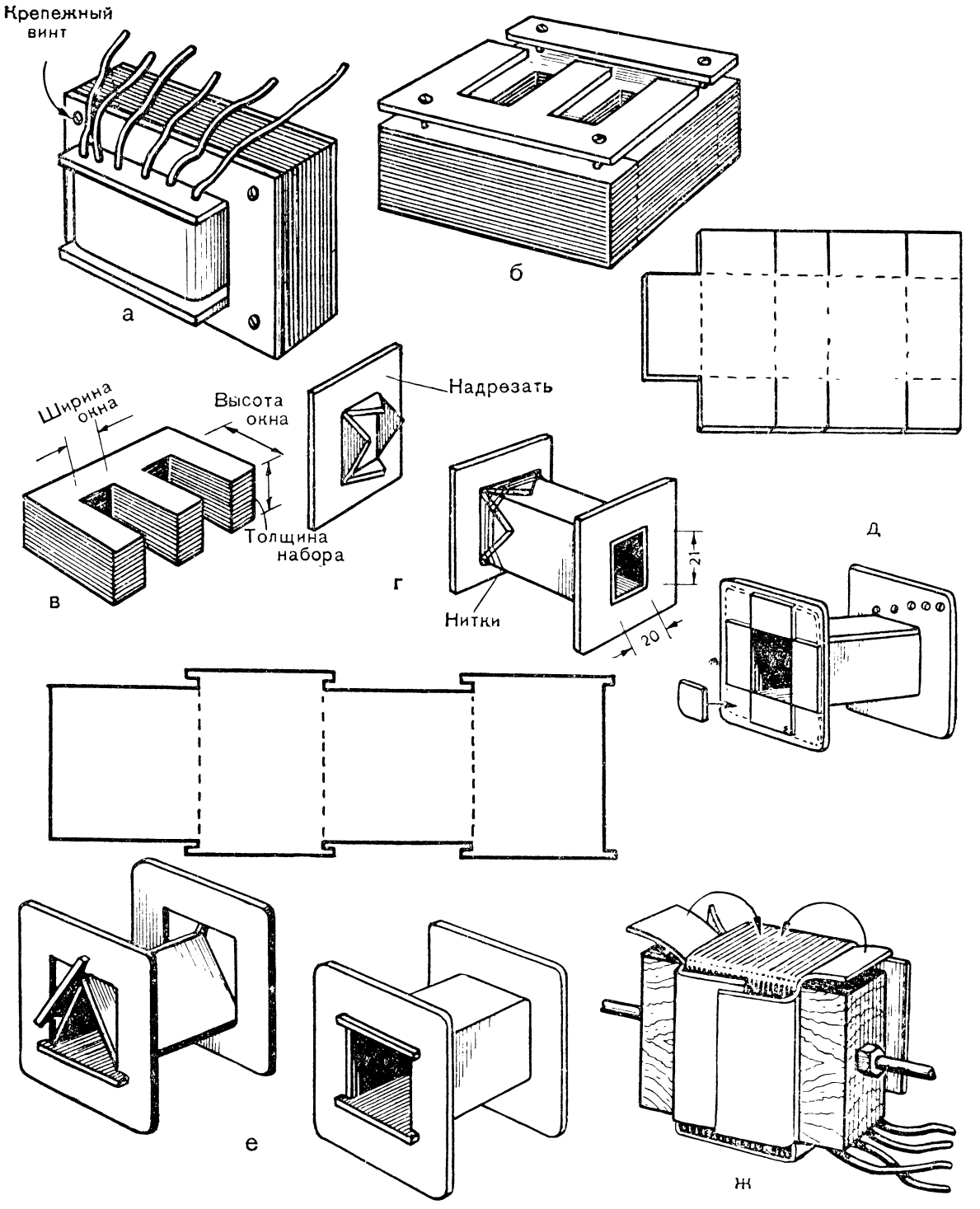


Рис. 8. Изготовление трансформаторов:

а — общий вид готового трансформатора; *б* — набор пластин трансформатора; *в* — Ш-образная форма пластин; *г* — изготовление каркаса; *д* — изготовление каркаса; *е* — разборный каркас для трансформатора; *ж* — бескаркасная намотка трансформатора.

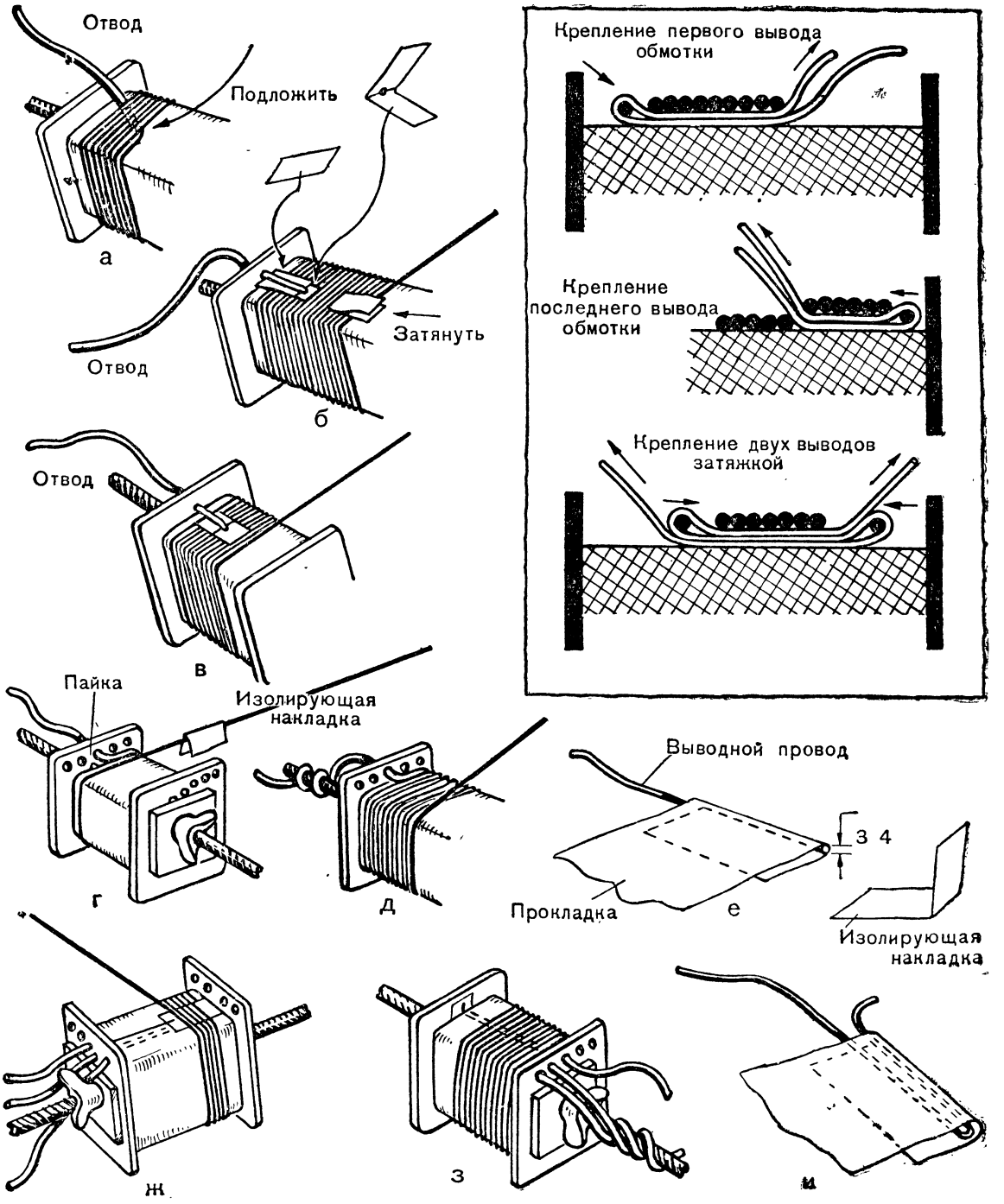


Рис. 9. Намотка трансформаторов:

а — петлевой отвод; *б* — заделка петлевого отвода; *в* — отвод из отдельного провода; *г* — обычная заделка выводного провода; *д* — намотка при обычной заделке провода; *е* — заготовка выводного провода с широкой прокладкой; *ж* — намотка при заделке провода с широкой прокладкой; *з* — заделка последнего вывода обмоткой; *и* — заготовка петлевого выводного провода.

универсальным конторским клеем или нитроклеями. Каркасы из гетинакса делаются сборными.

На рисунке 8,*е* показано, как можно изготовить разборный каркас. Материалом для этого каркаса служит листовой прессшпан или картон. Сначала из него вырезают заготовку основания каркаса, размеры которой соответствуют наружным размерам сердечника трансформатора. На заготовке по линиям, обозначенным пунктиром, делают надрезы (до половины толщины). После этого заготовку сгибают в виде прямоугольника и точно по его размерам вырезают окна в щечках каркаса. Две противоположные стороны щечек, выходящие из окна трансформатора, делаются несколько длиннее и в них в дальнейшем располагаются отверстия и выводные лепестки от обмоток.

Далее заготовку сгибают, как указано на рисунке, и вставляют в окно щечек. Разведя грани заготовки и плотно прижав каждую из них к соответствующим ребрам окна, получают прочный каркас. Для большей прочности основание каркаса можно оклеить бумагой.

Обмотки трансформаторов выполняются чаще всего проводом марки «ПЭ» или «ПЭЛ», реже проводом «ПБД». В процессе намотки между отдельными слоями проволоки и между обмотками прокладывается изоляция. Лучшая изоляция — лакоткань, кабельная или конденсаторная бумага. Для изоляции выводов, мест паек и отводов обмоток применяются отрезки кембриковых или хлорвиниловых трубок, а для крепления концов обмоток — лакоткань.

На рисунке 9 показано, как это надо делать.

В последнее время широкое распространение получила бескаркасная намотка трансформаторов. Намотка производится в основном так же, как и с каркасом, но прокладку между обмотками (или рядами) делают в 2—3 раза шире самой обмотки (рис. 8, *ж*).

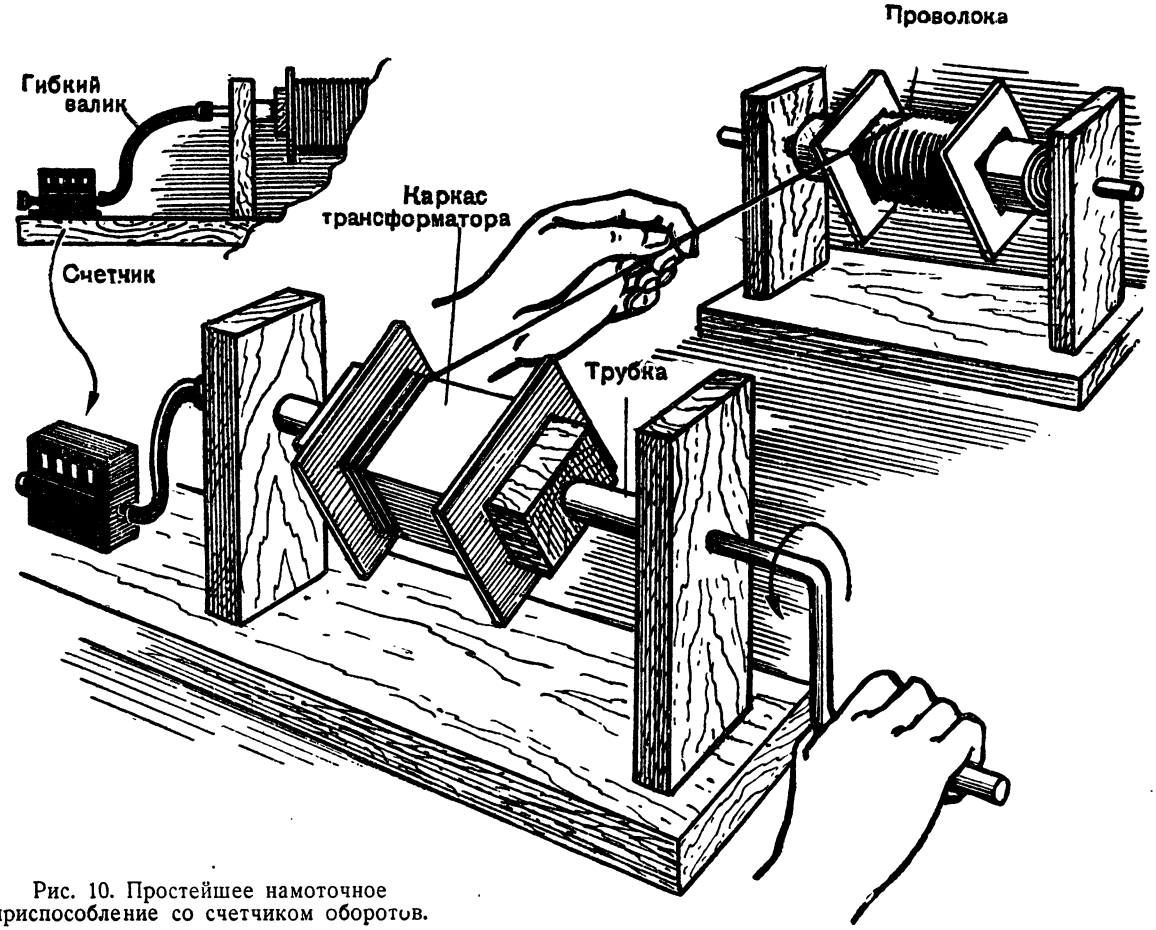


Рис. 10. Простейшее намоточное приспособление со счетчиком оборотов.

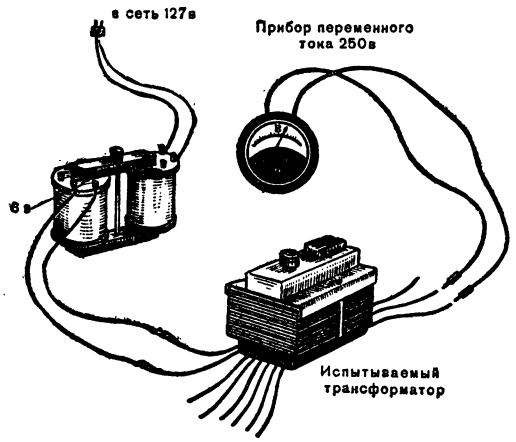


Рис. 11. Проверка трансформаторов.

По окончании намотки каждой секции выступающие края прокладки разрезают на углах и загибают, закрывая намотанную секцию. Торцовые стороны намотанных обмоток нужно залить смолкой, взятой от сухих элементов или батарей.

На заводах при массовом производстве трансформаторы обычно наматываются на специальных автоматизированных станках. В условиях кружка для этой цели можно использовать токарный станок, ручную дрель или сделать простейшее намоточное приспособление, как это показано на рисунке 10.

Желательно снабдить такое приспособление механическим счетчиком.

Собранный трансформатор необходимо испытать. Иногда бывает трудно разобраться в выходных проводниках силовых трансформаторов, имеющих несколько обмоток и предназначенных для радиоконструкций. Можно предложить очень простой способ их определения. Среди всех выводных проводников легко отличить концы обмотки накала ламп (на 6,3 *в*), так как они толще остальных. Эту обмотку соединяют с обмоткой накала ламп другого силового трансформатора, первичную обмотку которого включают в сеть, как это показано на рисунке 11. После этого при помощи вольтметра переменного тока легко определить все остальные концы обмоток трансформатора. Между концами первичной обмотки будет 220 *в*. Таким же путем можно определить выводы на 110 и 127 *в*. Вольтметр, подключенный к концам повышающей обмотки, будет показывать наибольшее напряжение. Так как эта обмотка разделена на две части, то легко определить и средний вывод.

Обмотку накала кенотрона легко найти и без вольтметра, так как она обычно состоит из проволоки несколько меньшего диаметра, чем обмотка накала ламп.

КОНСТРУИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

Электромотор — основной электротехнический прибор. Любой электродвигатель состоит из двух основных частей: неподвижной (статора), на которой расположена обмотка возбуждения, создающая магнитное поле, и вращающейся (ротора), связанной с механизмом, который нужно привести в движение.

Каждый электродвигатель требует точного расчета, и конструкция его должна быть всесторонне продумана.

Часто руководитель кружка идет по неправильному пути, копируя существующие электродвигатели большой мощности в соответствующем «масштабе». Однако следует помнить, что между размерами отдельных частей и деталей электродвигателя и его мощностью нет прямых соотношений. Поэтому каждый двигатель, если от него хотят получить наибольший коэффициент полезного действия (кпд), должен быть специально рассчитан и правильно сконструирован.

Здесь даются только отдельные советы по конструированию электродвигателей. Некоторые варианты конструкций самодельных электромоторов показаны на рисунке 12.

Рассматривая конструкции различных индукторов электромоторов, можно видеть, что они могут быть самой разнообразной формы и размера. Наиболее совершенные из них имеют круглую форму и массивные сердечники.

При конструировании электромагнитов электромоторов следует руководствоваться теми же выводами, которые были сделаны ранее. Это относится прежде всего к выбору материалов, которые не создают больших магнитных сопротивлений (трансформаторная сталь), и к выбору формы, позволяющей сделать замкнутый путь силовых линий как можно короче (круг). Чтобы мощность мотора на валу была наибольшей, необходимо сокращать зазор между сердечниками мотора и якорем и хорошо центрировать якорь.

Расчет обмоток индуктора имеет много общего с расчетом электромагнитов и реле.

Как видно из рисунка 12, конструкции роторов электромоторов также различны.

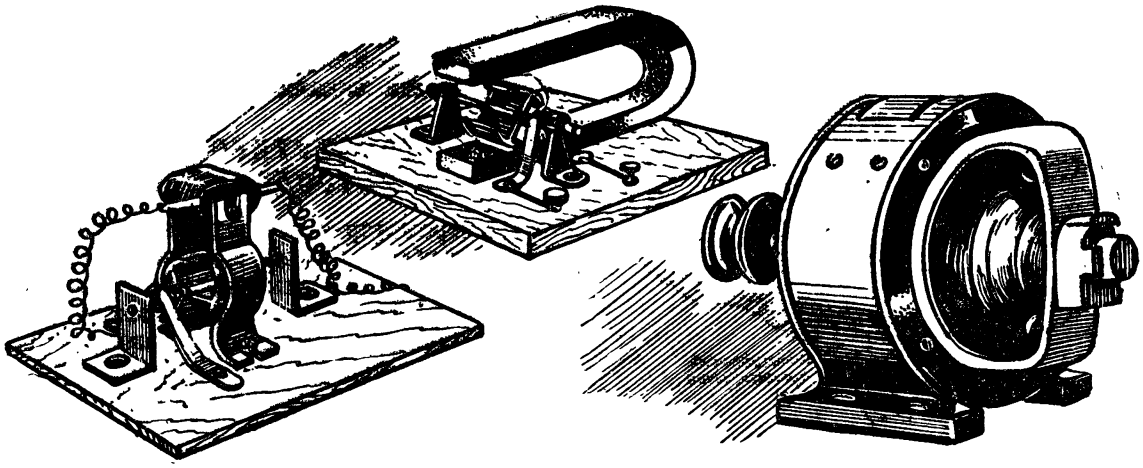


Рис. 12. Конструкции самодельных электромоторов.

В простых маломощных двигателях они могут быть сделаны из одной пластинки, изогнутой в виде буквы зет, составлены из двух пластинок, из трех, более массивные и менее массивные. Наконец юные техники могут изготовить якорь барабанного типа, если имеется возможность выточить сердечник якоря на токарном станке или подобрать соответствующих размеров железный цилиндр и в нем высверлить отверстия на станке.

Чтобы уменьшить нагрев якоря во время работы, получаемый вследствие появления токов Фуко, сердечник якоря делается из отдельных стальных пластинок. Перед сборкой якоря пластинки покрываются изолирующим лаком, в результате чего вредные потери мощности электродвигателя становятся гораздо меньше.

Лучше всего для изготовления якоря применять пластинки из листовой электротехнической стали, которая имеет очень небольшие потери при перемагничивании и мало нагревается от токов Фуко. Мощность мотора в этом случае сильно возрастает.

Электротехническую сталь можно заменить обычным кровельным железом и жестью толщиной 0,5—0,8 *мм,* хотя это в некоторой степени и ухудшит качество работы двигателя. Для улучшения качества сердечника якоря он вместе с валом прогревается в духовке или в печи в течение 1 часа. Перед тем как делать намотку, сердечник якоря и индуктор покрывают слоем изоляционного лака (например, асфальтового). Обмотка может производиться различным проводом: ПЭ, ПЭЛ, ПБД, ПШО или ПЭЛШО. Лучше для обмотки якоря применять провод марки «ПЭЛШО», а для обмотки возбуждения двигателя «ПЭЛ».

Для изолирования проводов от корпуса применяются лакоткани, изоляционная лента или конденсаторная бумага, наклеенная с помощью шеллака или эмали.

Одной из самых серьезных частей двигателя является коллектор, через который осуществляется подводка тока к секциям якоря. Очень важно правильно установить коллектор на валу электромотора. Объясним это на следующем примере: на рисунке 12 показан простейший мотор с подковообразным магнитом. Если подковообразный магнит будет расположен горизонтально, а щетки должны находиться в вертикальной плоскости, то просвет между пластинами коллектора должен приходиться против полюсов якоря.

Правильная установка коллектора зависит от расположения щеток (находятся ли они в вертикальной или горизонтальной плоскости) и расположения полюсов индуктора. При расположении полюсов постоянного магнита, как это показано на схеме (рис. 13, *а*), и подключении положительного полюса батареи к верхней щетке якорь будет вращаться по часовой стрелке, так как разноименные полюса индуктора и якоря будут притягиваться. В положении якоря, показанном на рисунке 13, *в*, ток должен прерваться. А это будет только в том случае, если просветы коллектора в этот момент будут приходиться против щеток.

Пройдя по инерции это положение, якорь в следующий момент перемагнитится, так как направление тока в нем изменилось на обратное. Одноименные концы полюсов яко-

ря и постоянного магнита будут отталкиваться (рис. 13, *б*), а разноименные полюса, пройдя вертикальное положение, вновь будут притягиваться, пока в горизонтальном положении ток в якоре не прервется и его направление не переменится на обратное.

Принцип работы коллектора, подводящего ток к обмоткам якоря и изменяющего направление тока в якоре, должен быть хорошо понят кружковцами. Тогда регулировка модели и установка коллектора будут проводиться правильно.

Коллекторы двигателей могут быть цилиндрические и торцовые (рис. 13, справа).

Цилиндрические коллекторы легко изготовить из листовой латуни, выгибая пластинки по окружности на железном стержне подходящего диаметра. Для установки таких пластин коллектора на вал двигателя надевают цилиндрик из изолятора и к нему с помощью клея БФ-2 приклеивают пластинки коллектора. Делается это следующим образом.

После тщательной промывки в бензине изолирующего цилиндра и каждой коллекторной пластинки на их поверхность наносится тонкий слой клея. После того как клей подсохнет, производится второе, более толстое покрытие и немедленно коллекторные пластины накладываются на цилиндр. Затем коллектор сушится и подгоняется на токарном станке. Пластинки коллектора хорошо делать из латунных втулок, которые разрезаются ножовкой на нужное количество частей.

Торцовые коллекторы (рис. 13, справа вверху) позволяют значительно сократить длину нашего двигателя и облегчают его изготовление. При такой конструкции коллектора щетки будут скользить не по цилиндрической поверхности коллектора, а по торцовой.

Пластинки торцового коллектора укрепляются на специальных изолирующих шайбах также с помощью клея БФ-2.

Валы для электромоторов можно изготовлять из гвоздей соответствующей длины, а лучше всего из стальной вязальной спицы или вытачивать на токарном станке из стали серебрянки. Чем тоньше вал, тем меньше его трение в подшипниках.

Стойки для подшипников должны быть достаточно устойчивы. Их следует делать из толстой жести, полосок железа или дюраля, а лучше из профилированных материалов, которые придают стойкам большую жесткость.

В качестве подшипников могут служить латунные трубки, изготовленные из тонкой

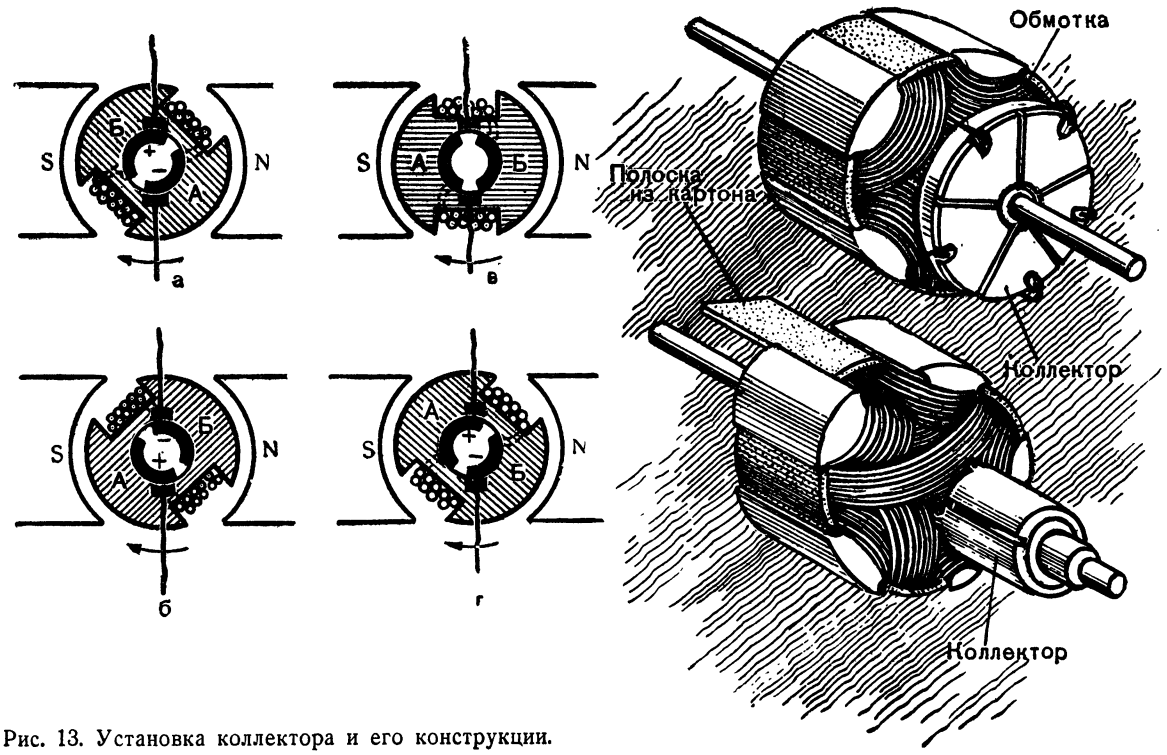


Рис. 13. Установка коллектора и его конструкции.

медной проволоки, которые впаиваются в отверстия стоек или трубки. Для изготовления медных трубок на вал наматывают плотно, виток к витку, медную проволоку на 10—15 *мм* длины вала, после чего полученную спиральку пропаивают оловом и получают трубочку точно по данному валу.

Хорошо применять в моделях моторов шариковые подшипники. Подшипники обязательно надо смазать машинным маслом.

Для центрирования вала с якорем полезно изготовить приспособление, показанное на рисунке 14. Вал с якорем кладут на опоры и поворачивают. Подвижной указатель, приставленный к одному из концов сердечника, при повороте якоря покажет, в каких местах сердечник будет задевать за полюсные наконечники, или укажет на слишком большой зазор.

В конструировании моделей электрических машин с успехом могут быть использованы детали металлоконструктора, детали штепсельных розеток, выключателей, радиодетали и прочее.

Самодельный электромотор может быть применен для устройства электролодки, трамвая, электровоза. На рисунках, помещенных в сборнике, показано применение электромотора в подъемном кране, тракторе, сортировщике и т. д.

С мотором можно провести целый ряд опытов и экспериментов. На рисунке 15 показана установка, с помощью которой можно уяснить работу мотора и определить развиваемую им мощность. Электромотор вращает шкив большого диаметра, к оси которого прикреплен шнур; на конце шнура подвешен груз. Шнур наматывается на ось, и груз поднимается. Зная вес груза, высоту подъема и время, за которое поднимается груз, определяют произведенную работу и мощность двигателя.

В электромоторах с электромагнитами кружковцы могут соединить обмотки якоря и возбуждения последовательно (сериес) и параллельно (шунтовые моторы). Изменяя переключение проводов в якоре или индукторе, юные техники изменят направление

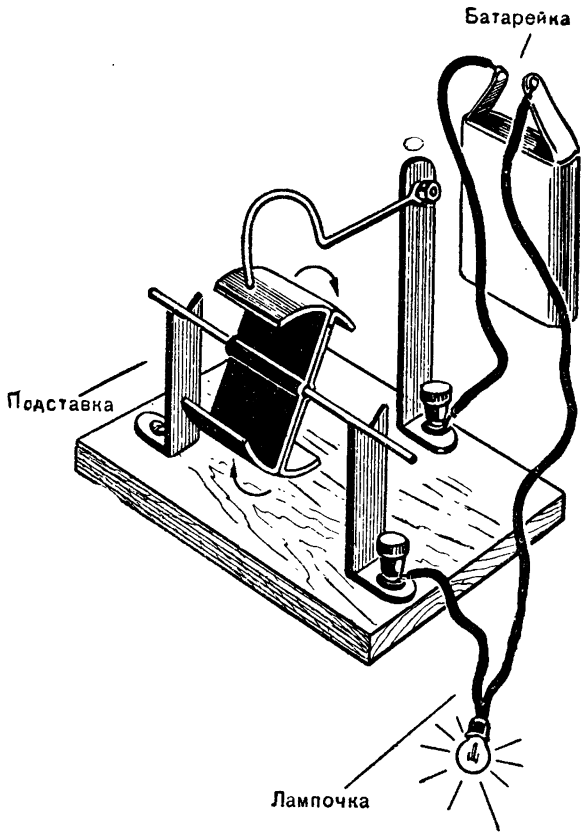


Рис. 14. Приспособление для центрирования вала с якорем.

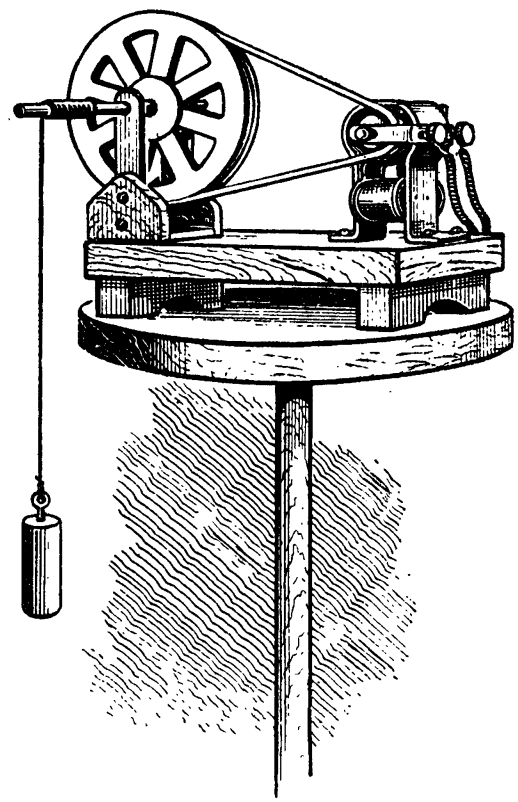


Рис. 15. Определение мощности электромотора.

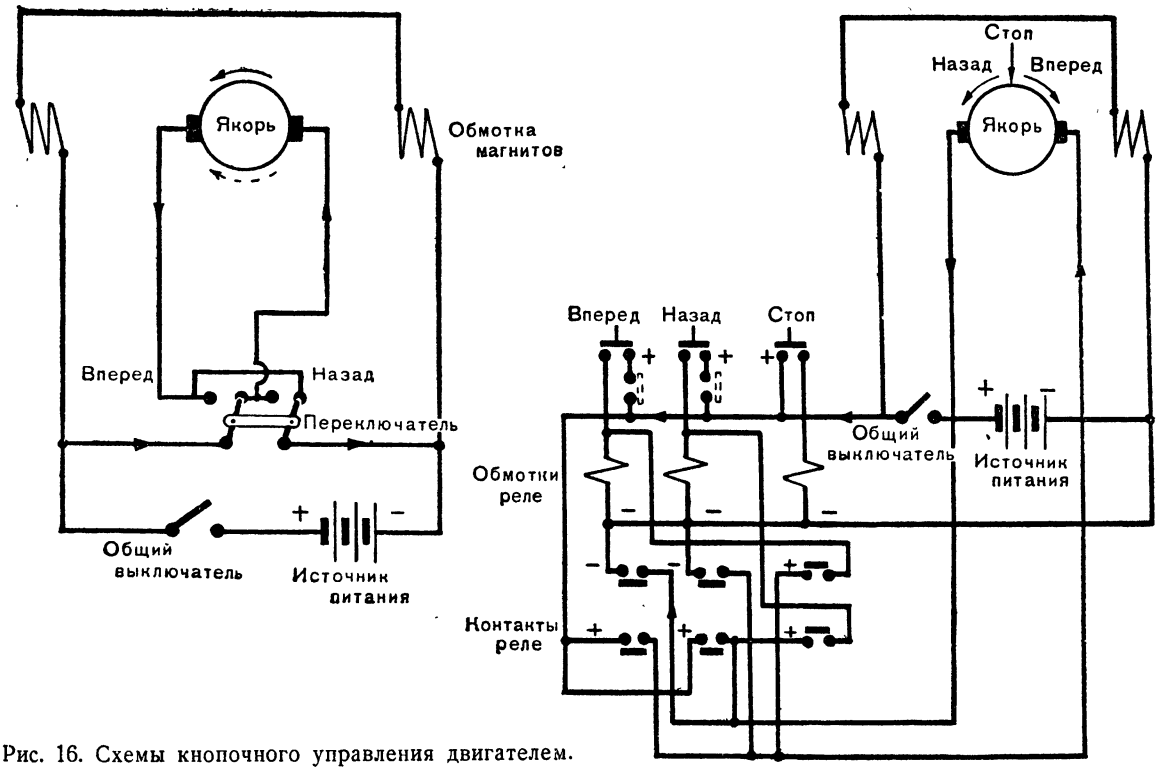


Рис. 16. Схемы кнопочного управления двигателем.

вращения якоря; включая измерительные приборы, измерят потребляемую силу тока и мощность; тормозя пальцем шкив электромотора, увеличат потребляемую силу тока; давая электромотору определенную нагрузку (например, поднимая груз на определенную высоту), определят кпд электромотора.

Самодельные модели необходимо сравнивать с настоящими электродвигателями промышленного образца. Интересно сравнить, как устроен якорь, коллектор, щетки и индуктор в моделях и в настоящих электродвигателях. В качестве электродвигателя заводского типа можно взять коллекторный электромотор для кинопередвижек или автомобильную или тракторную динамомашину, которую можно достать в гараже или в ремонтных мастерских МТС. Такая динамомашина имеет все основные детали, какие есть у более мощных электрических машин, и может быть пущена от трех аккумуляторных элементов или от выпрямителя. Автотракторная динамомашина легко разбирается и может быть показана по частям.

Большинство самодельных электромоторов имеет сравнительно большое количество оборотов (до 5 тысяч). Если вал электродвигателя соединить непосредственно с ходовыми колесами модели, то они будут вращаться слишком быстро. Такая модель двигаться не будет, так как развиваемое усилие очень мало. Для увеличения тягового усилия двигателя ставят так называемый редуктор. Редуктор уменьшает число оборотов двигателя, но позволяет значительно выиграть в силе. Как устроен редуктор, показано на странице 367.

Многие движущиеся модели нуждаются в изменении направления вращения двигателя. Выше указывалось, что этого можно добиться изменением полярности проводников от щеткодержателей. Делать это надо с помощью специального переключателя, включенного по рисунку 16.

Когда переключатель находится в крайнем правом положении ток в якоре движется по направлению от положительного полюса источника тока к правой щетке якоря. В другом положении переключателя ток от положительного полюса источника пойдет к левой щетке двигателя и направление вращения электродвигателя изменится на обратное. Направление тока в обмотке возбуждения электродвигателя остается неизменным. На рисунке 16, справа, показана схема кнопочного управления двигателем.

Изготовление отдельных частей и узлов электродвигателей описывается в следующем разделе.

Конструирование электротехнических приборов, конечно, не ограничивается изложенными выше примерами. Руководитель кружка в процессе работы может встретиться с целым рядом вопросов, которые потребуют от него не только знания физики и математики, но и умения в совершенстве владеть методикой и техникой физического эксперимента, обладать некоторыми специфическими знаниями и навыками по лабораторной технике и графике.

Следует всегда помнить, что прежде чем вступать на путь самостоятельного конструирования электротехнических приборов, надо хорошо изучить существующие конструктивные решения, попробовать усовершенствовать их, используя более подходящие материалы, лучшую отделку.

ТИПОВЫЕ ПРИБОРЫ И МОДЕЛИ ПО ЭЛЕКТРОТЕХНИКЕ

ПРОСТЕЙШИЕ ПРИБОРЫ И МОДЕЛИ

На рисунке 17 показан **гальваноскоп,** изготовленный учащимися под руководством учителя физики Л. Э. Вейцковского.

Прибор может быть использован для обнаружения электрического тока в цепи, служить учебным прибором для демонстрации движения витка с током в магнитном поле постоянного подковообразного магнита или схематической моделью электроизмерительного прибора магнитоэлектрической системы.

Основной частью прибора является вращающаяся рамка. Она представляет собой легкий картонный каркас, на который намотана изолированная медная проволока ПЭ 0,15. Всего надо намотать 200 витков провода в двух секциях. Рамка подвешена на двух упругих проводничках, соединенных с клеммами. Верхняя клемма укреплена на стойке из органического стекла. Стойка установлена на деревянном основании.

В стойке из оргстекла сделаны прямоугольные прорези для магнита. К каркасу рамки крепится стрелка из тонкой проволоки. Под стрелкой располагается шкала так, как это показано на рисунке.

Прибор для демонстрации вбивания свай вибрационным способом показан на рисун-

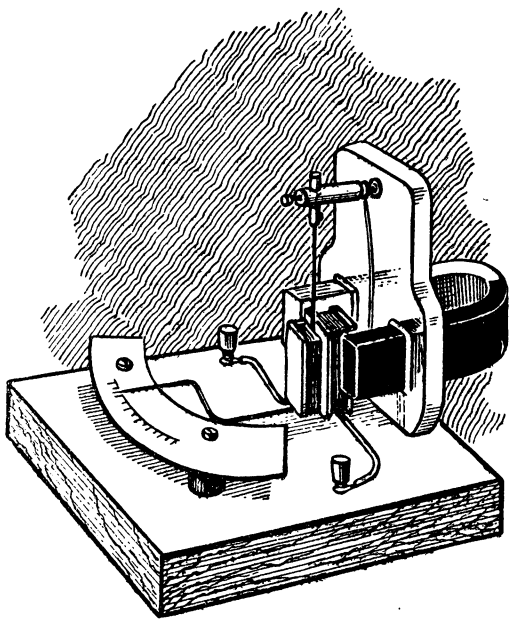


Рис. 17. Самодельный простейший гальваноскоп.

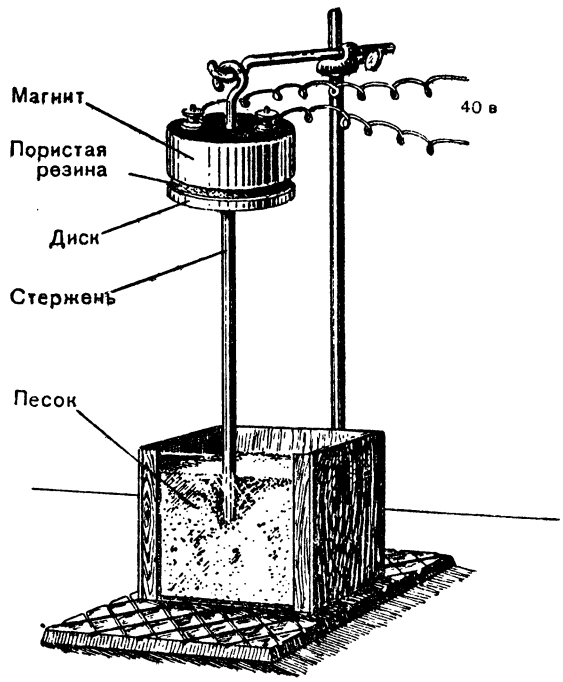


Рис. 18. Прибор для демонстрации вбивания свай.

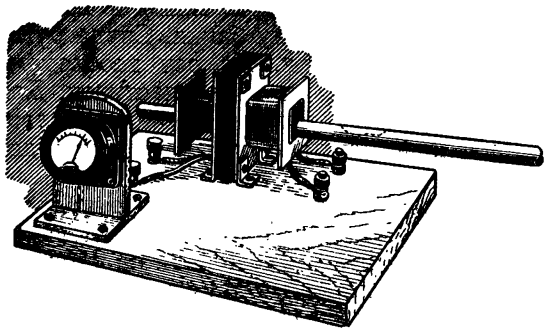


Рис. 19. Модель дефектоскопа.

ке 18. Сваей служит железный стержень от школьного штатива, который погружают в стеклянный сосуд, наполненный песком.

Вибрация стержня обычно производится эксцентриком. В указанной модели вибрация осуществляется с помощью школьного круглого электромагнита, питаемого переменным током.

От якоря электромагнита отвинчивается кольцо, и в отверстие ввинчивается стержень штатива. Между якорем и сердечником электромагнита прокладывается тонкий слой губчатой резины. Якорь подвязывается шнурком к электромагниту так, чтобы он мог вибрировать, притягиваясь или отпадая от сердечника под действием переменного тока. Такое «дрожание» якоря вполне достаточно, чтобы создать нужную вибрацию стержня. Питать электромагнит необходимо током напряжением 30—40 *в*, так как в цепи переменного тока электромагнит имеет значительно большее сопротивление, чем при питании постоянным током.

Модель индукционного дефектоскопа показана на рисунке 19.

Дефектоскоп применяется в промышленности для обнаружения трещин и внутренних дефектов в железных предметах с постоянным поперечным сечением (рельсы, стержни и т. п.).

Дефектоскоп состоит из двух катушек. Первая служит для намагничивания железного стержня. Ее обмотка сделана из изолированного провода ПЭ 0,3 и состоит из 500 витков. Вторая катушка надета на первую и необходима для получения индукционных токов. Она имеет примерно столько же витков провода ПЭ 0,1, сколько первая.

Обмотка первой катушки присоединяется к аккумулятору, а вторая—к гальванометру.

В катушку медленно вставляется длинный стержень (не менее 1 *м*), в котором находится замаскированный дефект, например вырез в середине, резко изменяющий ее поперечное сечение. Когда стержень вырезом войдет внутрь первой катушки, во второй катушке возникнет индукционный ток, который отклонит стрелку гальванометра.

Модель дуговой электропечи изображена на рисунке 20. На доске *(1)* устанавливается массивная медная или алюминиевая подставка для угля *(2)*, имеющая форму буквы Г. Подставка соединяется с одним из полюсов источника тока с помощью зажима *(3)*. В обойму подставки туго вставлена медная трубка *(4)* с изолирующей ручкой.

Снизу в трубку вставляется угольный стержень для электрической дуги диаметром от 5 до 10 *мм* (например, от дуговых фонарей в киноустановках). Уголь закрепляется в трубке с помощью винта.

Трубка с углем с помощью ручки может подниматься или опускаться в обойме. Под угольным стержнем на доске расположен угольный брусок *(5)*, собранный из двух угольных пластинок от гальванических элементов. Брусок крепится двумя жестяными полосками, к которым с помощью зажима *(6)* подводится второй провод от источника тока. В середине бруска сделано углубление для плавки металлов.

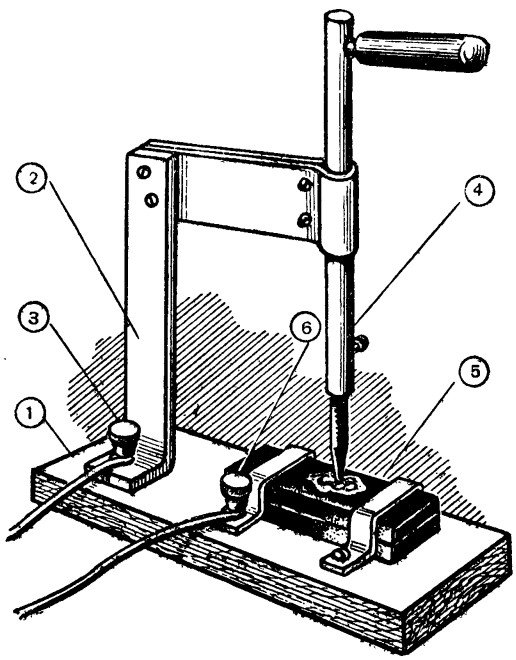


Рис. 20. Модель дуговой электропечи.

Для работы дуги необходимо подвести электрический ток силой в 5 *а* и напряжением 30—40 *в*. При зажигании дуги необходимо иметь защитные очки или закрывать дугу цветным стеклом, чтобы не испортить зрение.

ПРИБОРЫ, ДЕМОНСТРИРУЮЩИЕ ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ЭЛЕКТРОМОТОРОВ

Электромотор является основным двигателем в современной промышленности и сельском хозяйстве. Школьники должны хорошо знать устройство и работу моторов постоянного и переменного тока.

Большую помощь школе могут оказать члены электротехнического кружка, изготовив ряд простых приборов и моделей, демонстрирующих устройство настоящих машин.

На рисунке 1 была показана **модель электромотора,** которая наглядно показывает принцип устройства якоря, коллектора, щеток и электродвигателя в целом.

Легкая рамка, склеенная из картона, фанеры или сделанная из алюминия, устанавливается на опорах так, что она может свободно вращаться в подшипниках. Внизу рамки из двух металлических полуколец, укрепленных на деревянном цилиндре, делается коллектор. На рамку наматывается 60—80 витков изолированной проволоки диаметром 0,3 *мм*. Концы проволоки припаиваются к полукольцам коллектора. Щетки в виде тонких латунных пластинок укрепляются на деревянной стойке. Весь прибор монтируется на доске — основании.

Магнитное поле создается двумя постоянными полосовыми магнитами, расположенными по обе стороны рамки на картонных коробках или отрезках толстой доски. Магнитное поле изменяется от приближения или удаления магнитов от рамки или увеличения числа магнитов.

Ток в рамку подается от батареи гальванических элементов напряжением 3—6 *в* через клеммы на подставке и затем через щетки. Необходимо следить за тем, чтобы щетки не нажимали слишком на коллекторные пластинки и тем не создавали большое трение. Для этого между щетками и коллектором должен быть хороший контакт, а рамка легко вращаться.

Кружковцы могут видоизменить модель. Например, намотать изолированную проволоку не на рамку, а на жестяную банку с крышкой. Сквозь банку сверху вниз продевают стальную вязальную спицу и припаивают ее к крышке и дну банки. Спица будет служить осью модели. На оси необходимо укрепить коллектор из двух пластинок. Для этого на ось наматывают несколько слоев изоляционной ленты и на нее кладут две пластинки коллектора.

Пластинки изготовляют из короткой металлической трубки, разрезанной вдоль на две равные части, и укрепляют на изолированной ленте с помощью двух тонких резиновых колец (кольца отрезают от тонкостенной резиновой трубки соответствующего диаметра).

Концы обмотки рамки припаиваются к пластинкам коллектора.

Жестяная банка с обмоткой устанавливается на подставке, согнутой из толстой проволоки, или на деревянной, как это было сделано в предыдущем приборе.

Магнитное поле создается постоянными магнитами или электромагнитом.

С этими приборами, показывающими физическую сущность работы электромотора, кружковцы могут проделать ряд различных опытов. Например, используя мотор с постоянными магнитами, производят такие опыты: магнит приподнимают и наблюдают влияние магнитного поля на вращение якоря; вместо одного магнита ставят два и проверяют, как усиление магнитного поля влияет на скорость вращения якоря; наблюдают изменение вращения якоря на обратное, переставляя постоянный магнит так, чтобы менялась полярность поля, или меняя направление подводимого тока к мотору.

Общий вид **модели простейшего синхронного однофазного электромотора переменного тока** показан на рисунке 21. На дощечке, основании, устанавливается электромагнит — катушка с железным сердечником из отдельных пластинок или проволок, так как сплошной сердечник электромагнита при питании переменным током нагревается. На катушку наматывается 500 витков провода ПЭ 0,3.

Над сердечником расположен ротор в виде двух пластинок из железа, сложенных крест-накрест. Ротор укреплен на стальной оси диаметром 3—4 *мм* и может легко вращаться. Концы ротора проходят при вращении точно над сердечником и очень близко от него. Сверху ось установлена в прочном латунном подшипнике, а снизу в латунном подпятнике. Если через катушку пропустить переменный ток от трансформатора, то сердечник будет намагничиваться

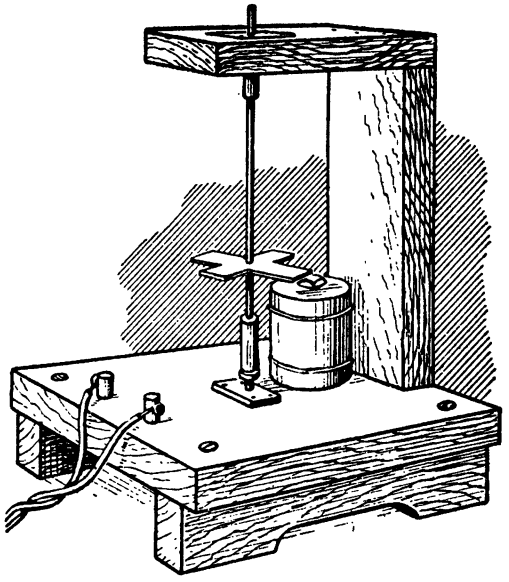


Рис. 21. Простейший синхронный электромотор.

и размагничиваться согласно изменениям переменного тока.

Если развернуть ротор с помощью шнурка, намотанного на оси (как волчок), то, попав в синхронизм, он будет вращаться, периодически получая импульсы от электромагнита.

Если ротор модели состоит из двух пар полюсов, то число оборотов N в минуту будет:

$$N = \frac{f \cdot t}{P} = \frac{50 \cdot 60}{2} = 1\,500 \text{ об/мин},$$

где f — число периодов переменного тока $=50$, t — время $=60$ секундам, P — число пар полюсов ротора.

Если ротор сделать не из четырех, а из восьми или более концов, например вырезать его из круглой железной пластинки, то он будет вращаться медленнее и его легче завести.

В производственных условиях преимущественно применяются электромоторы переменного трехфазного тока. Поэтому учащихся необходимо ознакомить с устройством моторов трехфазного тока.

Очень простую и наглядную действующую **модель электромотора трехфазного тока** для демонстрации на занятиях кружка могут изготовить сами кружковцы.

Прежде всего следует ознакомиться с принципом действия электромотора трехфазного тока. Для этого три одинаковые катушки с сердечниками от школьных учебных трансформаторов включают звездою (или треугольником) в цепь трехфазного тока. Помещая над катушками подвешенную на шнурке консервную банку или металлический диск, наблюдают вращение предмета во вращающемся магнитном поле.

Выяснив физическую сущность устройства электромотора трехфазного тока, переходят к изготовлению модели. Модель состоит из статора, создающего вращающееся магнитное поле, и ротора.

Сердечник статора представляет собою пучок отожженной мягкой железной проволоки, собранной в виде кольца. На сердечник наматывается три катушки изолированной проволоки. Катушки смещены относительно друг друга на 120° и соединяются звездою. Статор устанавливается ребром на деревянной подставке.

Внутри статора помещается жестяной барабан (им может служить жестяная банка с крышкой), на цилиндрическую поверхность которого напаиваются 8—12 кусков голой медной проволоки. Концы этих проволок соединяются по окружности дна и крышки банки той же медной проволокой. Полученный проволочный каркас на жестяном цилиндре представляет так называемое «беличье колесо» в коротко замкнутых моторах трехфазного тока, а жестяной цилиндр — сердечник ротора.

Ось ротора должна свободно вращаться на опорах, сделанных из железных пластинок и установленных на доске — основании по обе стороны статора.

Когда обмотки статора включают в цепь трехфазного тока, ротор приходит в быстрое вращение.

Статор модели, отделенный от подставки и расположенный не в вертикальной, а в горизонтальной плоскости, может служить для демонстрации вращающегося магнитного поля.

ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ ДЛЯ МОДЕЛЕЙ

Электромотор постоянного тока. Общий вид двигателя приведен на рисунке 22,*а*. По своей мощности он вполне подходит для многих движущихся моделей. Двигатель состоит из статора с обмоткой возбуждения, ротора с осью, коллектора и щеткодержателя.

Статор собирается из 18 отдельных пластин из трансформаторной стали толщиной 0,5—1 *мм*, кровельного железа или отож-

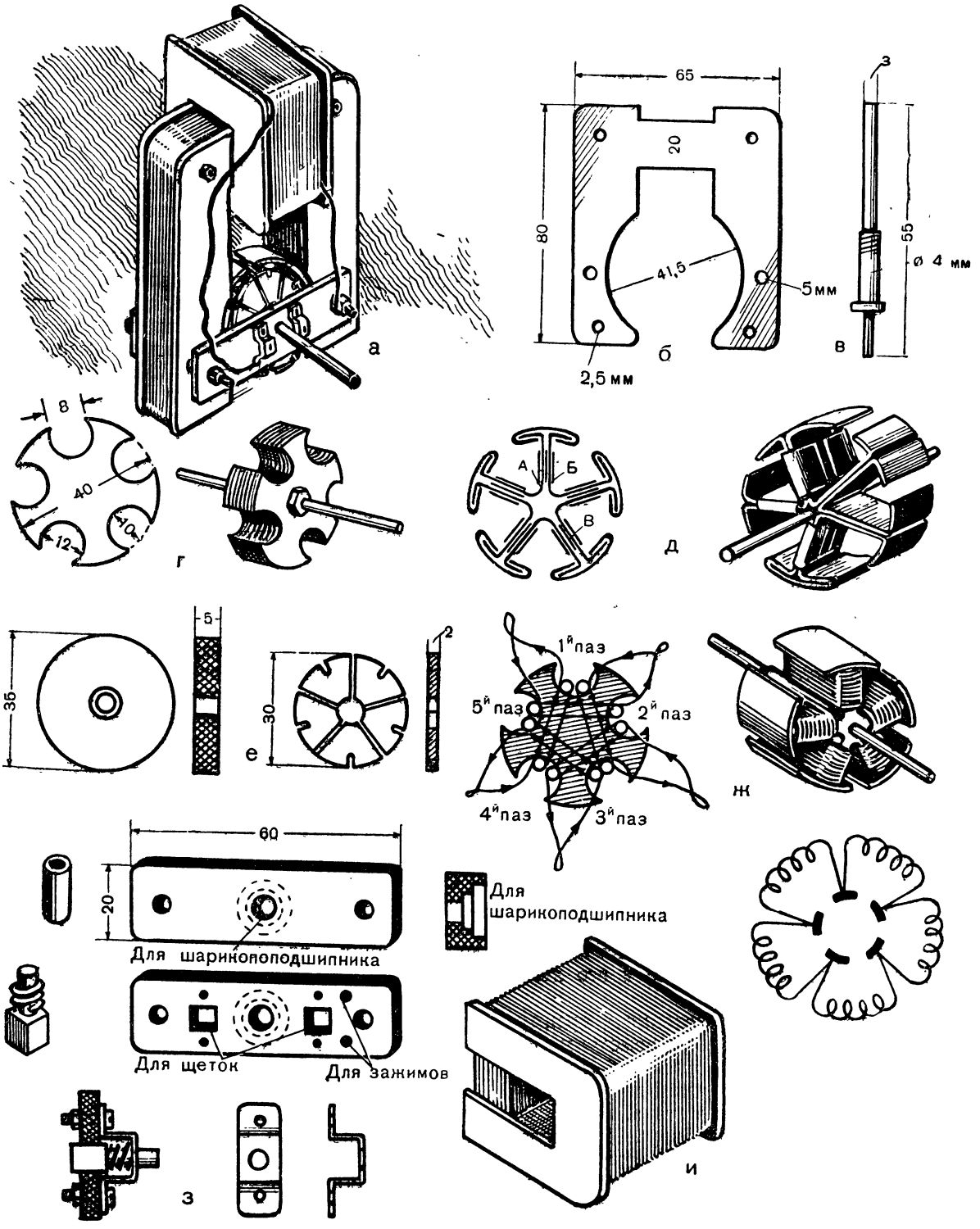


Рис. 22. Самодельный электромотор постоянного тока.

женной жести, вырезанных согласно рисунку 22,*б*. В пластинках просверливается четыре отверстия диаметром в 2,5 *мм*, которые необходимы для заклепок, скрепляющих пластины.

При предварительной сборке вместо заклепок пластины скрепляются болтиками. Затем производится обработка торцов статора и высверливаются еще два отверстия, по 5 *мм* каждое, для крепления передней и задней скоб с подшипниками.

Особое внимание следует уделить обработке поверхности башмаков, добиваясь хорошей и правильной окружности диаметром в 41,5 *мм*. Затем статор разбирается и каждая из пластин очищается от заусениц. Позже статор собирают окончательно.

Обмотка возбуждения выполняется проводом ПЭ 0,4 или ПЭ 0,5. Всего наматывается 150 витков.

Ротор может быть сделан сплошным из железной болванки соответствующего диаметра, но лучше его сделать наборным. Ротор набирается из 18 отдельных пластин-дисков (рис. 22,*г*). Диаметр каждого диска 40 *мм*. В центре каждой пластины просверливается отверстие диаметром 4 *мм*. Затем из железа толщиной до 2 *мм* делаются два диска-шаблона, в которых просверливается 5 отверстий. Отверстия в дальнейшем разрабатываются круглым напильником до указанных размеров.

Далее производится предварительная сборка якоря. Все пластины собираются на металлическом стержне с резьбой. По бокам полученного набора пластин располагаются диски. Туго стянув с помощью тисков пластины и закрепив гайками, ротор обрабатывается на токарном станке и его диаметр доводится до 39 *мм*. Вынув ротор из станка, просверливают отверстия для обмотки и разрабатывают их напильником, как это делалось в дисках-шаблонах.

После этого ротор разбирается, и каждая пластина аккуратно зачищается от заусениц. Зачищенные пластины промываются в бензине и покрываются тонким слоем изоляционного лака или шеллаком. Окончательная сборка ротора производится так, чтобы порядок пластин в роторе остался прежним. Пластины ротора надеваются на стальную ось (из стали серебрянки), которая вытачивается на токарном станке. Ротор туго стягивают между дисками-шаблонами гайкой и контргайкой и помещают в духовку или печь не менее чем на час. Ротор двигателя можно сделать и из жести (рис. 22,*д*).

Пазы якоря, в которых укладывается провод перед намоткой, оклеиваются тонкой папиросной бумагой. Особенно тщательно это надо делать на кромках, о которые легче всего можно повредить изоляцию провода при обмотке. На ось якоря с обоих концов надеваются изоляционные трубки из резины или кембрика, чтобы избежать случайного замыкания обмотки на корпус. После этого приступают к намотке. Обмотку производят проводом ПЭ 0,4 (или ПЭ 0,5). Начинать обмотку надо с той стороны якоря, где будет коллектор, то-есть со стороны более длинного конца оси.

Оставив конец провода в 50 *мм*, начинают намотку. Первые пятьдесят витков наматываются через первый паз в третий, как это показано на рисунке 22,*ж*. Конец проволоки после намотки не обрывается, а складывается в виде петли и слегка скручивается. Затем наматывают еще 50 витков, но уже между вторым и четвертым пазами, снова делают петлю и снова производят намотку в том же направлении, но только между третьим и пятым пазами и т. д. Конец последней обмотки (между пятым и вторым пазами) соединяется с началом первой.

Закончив намотку, в пазы вдвигаются полоски из картона так, как это было показано на рисунке 13.

Далее изготовляется коллектор. В описываемом двигателе применен торцовый коллектор. Его устройство показано на рисунке 22,*е*. Коллектор состоит из изолирующей шайбы и пяти медных секторов.

Пластинки секторов легко сделать, распилив медную шайбу на пять равных частей.

Пластинки коллектора наклеиваются на изолирующую шайбу (с помощью клея БФ-2) так, чтобы канавки между соседними пластинками были не более 1 *мм*.

Готовый коллектор хорошо просушивается, тщательно зачищается, с тем чтобы при вращении якоря щетки могли скользить по поверхности коллектора без заедания.

Затем коллектор надевается на ось ротора и укрепляется (также с помощью клея БФ-2) в определенном положении, при котором середина каждой коллекторной пластины приходилась бы точно против середины паза сердечника якоря. После насадки коллектора к его пластинам припаиваются концы обмоток якоря. Готовый якорь желательно пропитать в изоляционном лаке и хорошо высушить на воздухе.

На рисунке 22,*з* показано устройство щеткодержателя. В толстой изолирующей план-

ке делаются два квадратных отверстия 4 × 4 *мм*. В отверстия вставляются медно-графитные щетки марки «МГ» высотой 5—6 *мм*. Перед установкой щетки подгоняются личным напильником до необходимых размеров, а рабочая поверхность их тщательно отшлифовывается тонкой стеклянной бумагой. К другому концу щеток укрепляется токоподводящий проводник. Две пружинки обеспечивают плотное прилегание щеток к коллектору.

Для создания механической опоры щеток и подводки тока изготовляются две латунные скобы, к которым припаиваются проводники. Щеткодержатель устанавливается на скобе со стороны коллектора. Планки с подшипниками и щетками укрепляются с помощью сквозных болтов и втулок.

В электродвигателе желательно применять шариковые подшипники № 3 с внутренним диаметром 3 *мм*. Шариковые подшипники аккуратно насаживаются на ось с помощью длинной трубки и смазываются густой смазкой.

При сборке двигателя необходимо правильно подобрать зазоры между якорем и индуктором, хорошо отрегулировать давление щеток на коллектор и добиться свободного вращения ротора. Затем мотор испытывают.

Мотор хорошо работает от источника тока с напряжением 6—8 *в*. Если к мотору сделать редуктор, мощность на валу его возрастает.

Описываемый мотор можно питать и от переменного тока (через трансформатор), в этом случае обмотка возбуждения и обмотки якоря включаются последовательно.

Синхронный мотор переменного тока, изображенный на рисунке 23, при включении в сеть 50-периодного переменного тока дает 750 оборотов в минуту. Такой мотор можно использовать в электрограммофонах или в различных физических приборах. Основными частями мотора являются статор, ротор и обмотки.

Статор мотора изготовляется из трансформаторной стали типа «Ш-11» (размеры указаны на рис. 23), из которой набирается пакет толщиной в 36 *мм*. Средние выступы у всех пластин обрезаются, как это показано на рисунке. Обрезанные пластины делятся на два одинаковых пакета по 18 *мм* и сильно стягиваются при помощи четырех болтов и четырех боковых профилированных стоек.

Боковые стойки делают из железа толщиной в 2—3 *мм*.

Ротор мотора может быть изготовлен двумя способами: цельный и наборный. В первом случае ротор вытачивают из болванки мягкого железа. Зубцы ротора изготовляют сверлением (или с помощью фрезы). Для этого в роторе сверлят восемь сквозных отверстий диаметром в 5 *мм*, которые затем пропиливаются до окружности ротора.

Изготовленный ротор тщательно зачищается от заусениц.

Наборный ротор делается из трансформаторной стали или отожженной жести толщиной до 0,5 *мм*. Для изготовления набора вырезают 60 дисков диаметром 40 *мм*. В центре каждого диска сверлят отверстие. Просверленные диски надеваются на стальной стержень с резьбой диаметром в 8 *мм*, который будет служить осью, и крепко стягиваются между шайбами с помощью гаек. Затем в полученном пакете просверливают восемь отверстий согласно рисунку. Далее пакет устанавливают в патроне токарного станка и доводят диаметр ротора до 35,5 *мм*. После этого набор ротора необходимо разобрать, чтобы зачистить диски от заусениц, и вторично собрать в таком же порядке.

Катушки мотора бескаркасного типа наматываются на болванке сечением 19×13 *мм* между двумя фанерными щечками. Перед намоткой болванка покрывается двумя слоями лакоткани. Катушки мотора наматываются проводом ПЭ 0,15 по 2 550 витков на каждой катушке (для 127 *в*). Желательно после каждых 250—300 витков делать прокладки из тонкой папиросной или конденсаторной бумаги. Готовые катушки обматываются изоляционной лентой. При работе от сети 127 *в* катушки соединяются параллельно, а при работе от сети 220 *в* — последовательно. Чтобы удобно было делать эти переключения, на моторе устанавливается небольшой распределительный щиток, сделанный из гетинакса.

Для работы от сети 110 и 220 *в* катушки наматываются проводом ПЭ 0,1 по 3 900 витков.

Заготовленные катушки надеваются на полюса статора таким образом, чтобы витки одной из них служили продолжением витков другой, и заклиниваются со стороны ротора деревянными клинышками. Ротор укрепляется в моторе в двух подшипниках. В качестве одного из них берется двухрядный шариковый подшипник размером 8×7×22 *мм*. Подшипник должен быть хорошего качества. В моторе подшипник крепится в специальной металлической планке толщиной 2—3 *мм*.

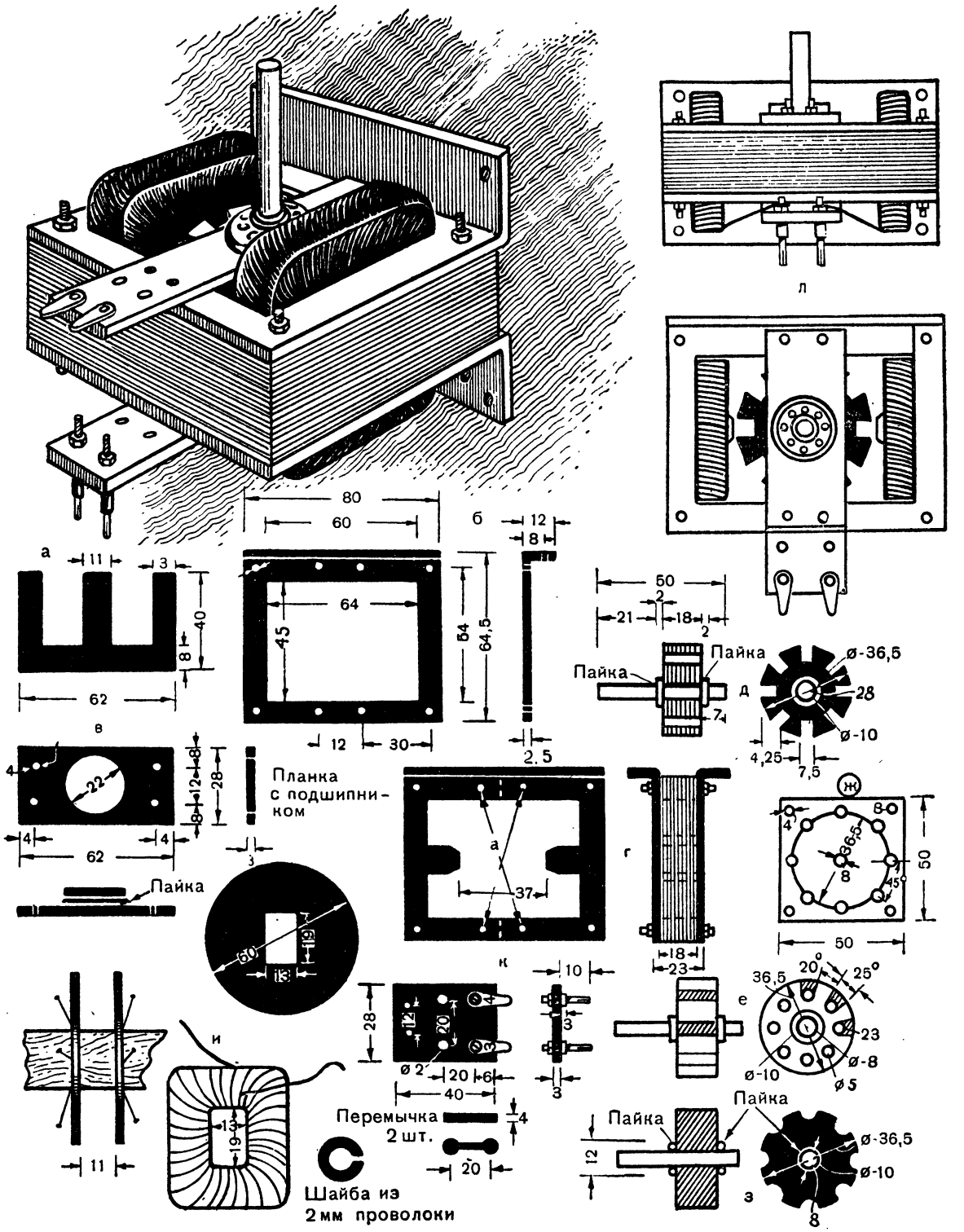


Рис. 23. Самодельный синхронный мотор переменного тока:
а — пластина Ш — 11 от трансформатора; *б* — боковая стойка; *в* — подшипниковая планка; *г* — собранный статор; *д* — наборный якорь; *е* — сплошной якорь; *ж* — заготовка для якоря; *з* — укрепление якоря на оси мотора; *и* — обмотка статора; *к* — планка для клемм; *л* — собранный мотор (вид сбоку и сверху).

Другой подшипник — пятковый. Он вытачивается из латуни и крепится в другой планке.

При сборке мотора в этот подшипник вкладывается стальной шарик диаметром до 5 *мм*.

Сборка мотора производится в следующем порядке. После того как катушки будут надеты, устанавливается планка с пятковым подшипником и закрепляется винтами. Затем на длинный конец оси ротора насаживается шариковый подшипник с другой планкой и ротор помещается между полюсами статора так, чтобы зазоры были одинаковыми, а ось ротора перпендикулярна плоскости статора. Отверстия в планках для крепления винтов делаются несколько больше диаметра винта. Это позволяет планкам перемещаться вдоль и поперек статора за счет установленного в отверстиях лифта. После установки ротора винты планок окончательно завинчиваются. Далее необходимо подпаять к щитку выводы от катушек и испытать мотор. Особенностями данного мотора являются необходимость запуска мотора от руки и применение в качестве нагрузки махового колеса. В электрограммофонах таким колесом может быть обыкновенный патефонный диск или диск, специально сделанный из листового алюминия или железа толщиной в 2—3 *мм*. Диаметр диска 250 *мм*. Под диском помещается большой шкив, который с помощью ремня соединяется с малым шкивом, насаженным на ось мотора (соотношение шкивов 1 : 9). Большой шкив и диск устанавливаются на оси, которая помещается в шариковых подшипниках. Шкивы можно сделать из толстой фанеры или металлические, а в качестве ремня лучше применить тросик или резиновую трубку диаметром 4—5 *мм*. Надо заметить, что изготовленный мотор следует испытывать только с передачей, так как без нее он будет плохо запускаться или останавливаться. Хорошо собранный мотор работает спокойно, запускается с одного толчка, и мощности его вполне достаточно для применения в проигрывателях, магнитофонах и в различных моделях.

ПРИБОРЫ И УСТАНОВКИ ПО АВТОМАТИКЕ

В современной технике, на производстве, на транспорте, в устройствах связи исключительную роль играют всевозможные автоматические устройства. В большинстве случаев основой автоматического устройства является реле. В кружке могут быть изготовлены электромагнитные и тепловые реле, а также электронные реле, например фотореле, действующие при помощи фотоэлементов и электронных ламп. Развернутая действующая схема фотореле, смонтированная на щите в вертикальной плоскости, является необходимым демонстрационным пособием в каждой школе, так как фотореле входит в программу школьного курса физики.

Широкое применение в технике и автоматике нашли электромагнитные реле; они позволяют демонстрировать ряд опытов и построить различные автоматические устройства.

Простое самодельное **электромагнитное реле** изображено на рисунке 24. Габаритные размеры этого реле во много раз меньше, чем у телефонных реле. Высота реле 32 *мм*, длина 36 *мм*, ширина 18 *мм*. Конструкция реле очень проста. Ярмо реле (рис. 24,*а*) изготовляется из пластинки мягкого, хорошо отожженного железа толщиной 2,5 *мм* в виде перевернутой буквы П. В ярме просверливается шесть отверстий диаметром 2,5 *мм* (под нарезку М3) и одно отверстие диаметром 4 *мм* для укрепления сердечника. В шести отверстиях делается нарезка. Сердечник реле можно выточить или выпилить из железного стержня диаметром 12 *мм*.

На сердечник должна быть надета катушка электромагнита. На тонкой картонной гильзе катушки (рис. 24, *б*) наматывается провод ПЭ 0,1 или 0,07. Намотку надо делать аккуратно, чтобы лучше заполнить гильзу проводом. Проволока наматывается до заполнения гильзы (8 000 — 10 000 витков). Готовая катушка с сердечником вставляется нижним концом в отверстие, и выступ сердечника расклепывается.

Якорь реле (рис. 24,*в*) делается из железной полоски в виде буквы Г и имеет выступ для контакта. В обычных телефонных реле якорь удерживается в оттянутом от сердечника состоянии посредством спиральной пружины.

В нашей конструкции к якорю для этой цели привинчивается упругая стальная тонкая пластинка (рис. 24, *г*). Другой стороной пластинка поджимается двумя винтами к ярму реле.

Ослабляя или затягивая винты и перемещая при этом якорь, можно изменять

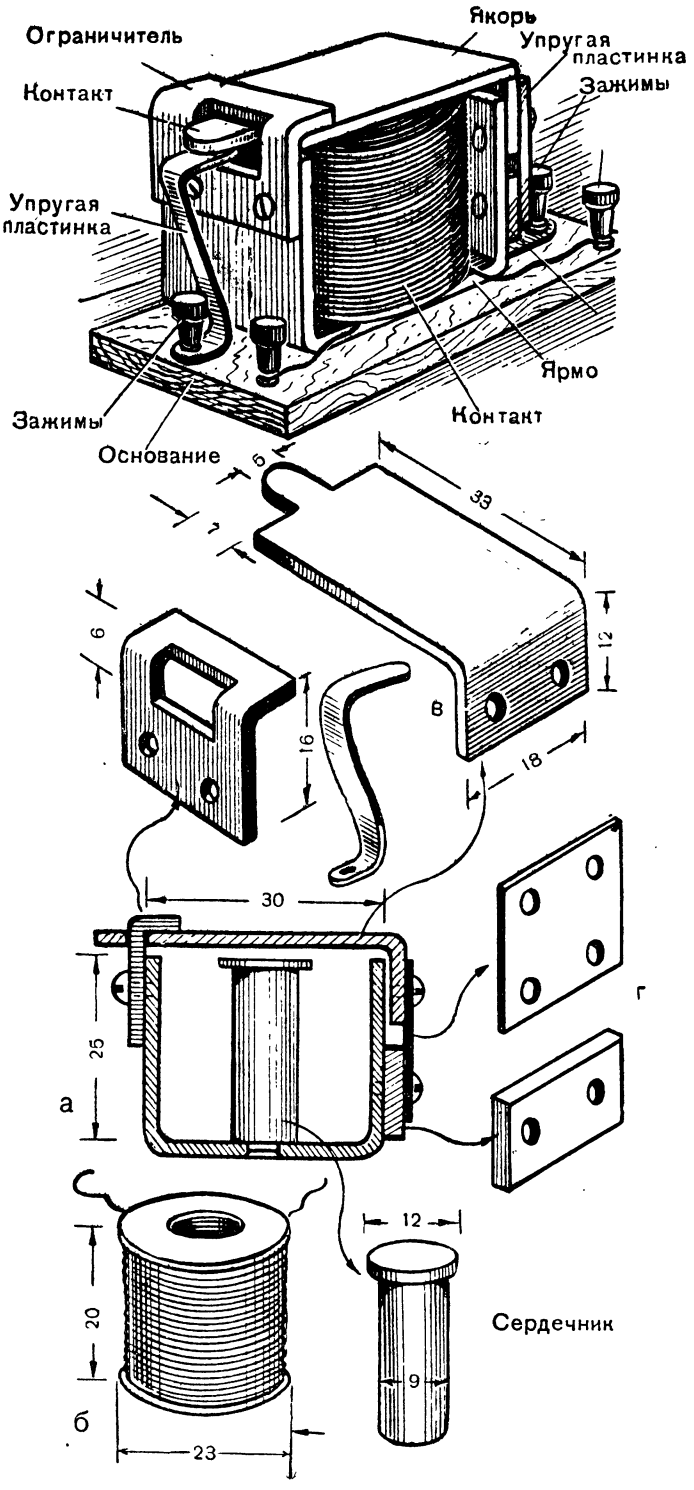


Рис. 24. Самодельное электромагнитное реле.

величину зазора между сердечником и якорем и силу оттяжки якоря от сердечника.

Реле укрепляется на изолирующей планке с помощью двух винтов (снизу). На этой же планке устанавливаются зажимы для концов обмотки реле и контактная пластинка. Она делается из туго вальцованной латуни, бронзы (или жести) и изгибается, как показано на рисунке.

В процессе работы реле при притянутом якоре контакт осуществляется между язычком якоря и нижней контактной пластинкой.

Чтобы избежать прилипания якоря реле к сердечнику после выключения из катушки тока (влияние остаточного магнетизма), на сердечник наклеивается кусочек папиросной бумаги.

Реле обладает достаточно большим сопротивлением (не менее 1 т. *ом*) и может применяться в различных моделях и фотореле.

Большое распространение в электротехнике получили *тепловые реле* (рис. 25). Основная часть реле — биметаллическая пластинка, которая изгибается под действием тепла, получаемого от электрической лампы мощностью 75 *вт*, расположенной рядом с пластинкой и включенной посредством шнура с вилкой в осветительную сеть.

Пластинка нагревается в течение нескольких секунд от лампы, изгибается, размыкает контакт и выключает лампу. Лампа гаснет. Пластинка быстро остывает и вновь включает лампу. Так лампа будет «мигать» все время, пока установка включена в осветительную сеть.

Биметаллические пластинки, применяемые в тепловых реле, автоматических регуляторах и других устройствах, изготовляются из металлов, имеющих разное линейное расширение. Так, например, медный стержень длиной 1 *м* при нагревании на 100°С удлиняется на 1,65 *мм*, железный — на 1,15 *мм*, алюминиевый — на 2,38 *мм*, цинковый — на 2,91 *мм* и т. д.

Биметаллическая пластинка для реле изготовляется из двух полосок: алюминиевой и железной. Полоски

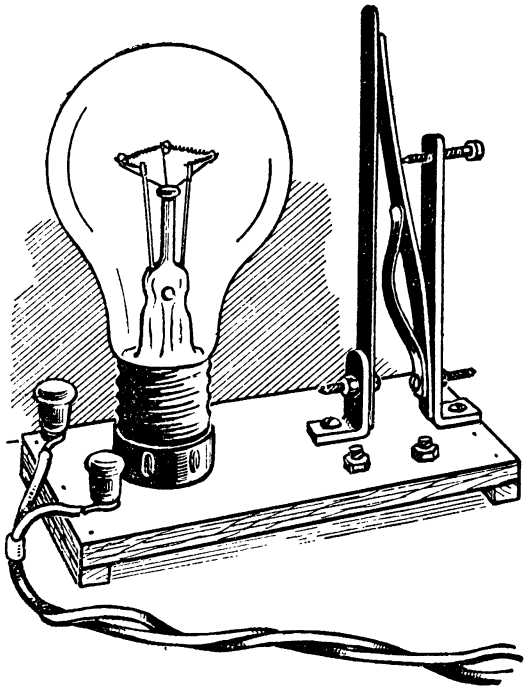


Рис. 25. Самодельное тепловое реле.

склепаны между собою в нескольких местах. Пластинка с помощью винта укреплена в стойке из алюминия, как это показано на рисунке.

Для изготовления биметаллической пластинки иногда берут две полоски металла, например железо и цинк, накладывают их одну на другую и прочно сжимают. Затем просверливают ряд отверстий и полоски склепываются медными заклепками. Размеры полосок: длина — 150 *мм*, ширина — 10 *мм*, толщина — от 0,3 до 1 *мм*.

Рядом с биметаллической пластинкой на стойке установлена контактная пластинка и регулировочный винт. Контактная пластинка подпирается изогнутой упругой стальной пружинкой.

Все реле смонтировано на деревянной дощечке — основании, на котором находятся две клеммы для включения реле в сеть.

Руководитель кружка может поставить перед кружковцами ряд посильных технических задач по изготовлению различных моделей с автоматическими приспособлениями. Например, модели водонапорной башни, в которой резервуар имеет автоматическое устройство (поплавок или иное приспособление), прекращающее поступление воды в резервуар; часы-ходики, автоматически включающие в определенное время звонок, извещающий о конце урока, и т. п.

Модель автоблокировки на железной дороге. В одной из школ Ленинграда была изготовлена простая модель, показывающая в действии устройство автоблокировки на железной дороге (рис. 26) (журнал «Физика в школе» № 3 и 4 за 1953 г.).

На фанерном основании изображен участок железнодорожного пути в виде двух рельсов длиною примерно 3 *м*, сделанных из

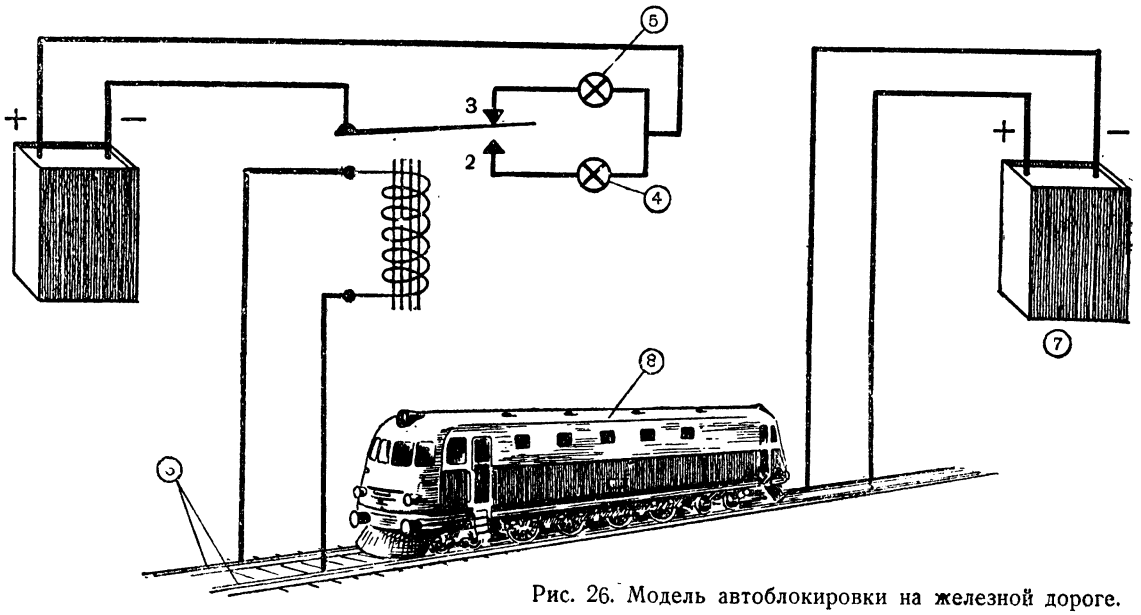


Рис. 26. Модель автоблокировки на железной дороге.

жести. По рельсам свободно катится модель электровоза с металлическими колесами. Рядом с рельсовым полотном расположены светофор, реле и сухие элементы.

Основной прибор в этой установке — электромагнитное реле. Два конца проводов от электромагнитного реле присоединяются к рельсам *(6)*. Контакты реле *(2* и *3)* соединяются с зеленой и красной лампочками *(4* и *5)* светофора. Ток от «путевой батареи» *(7)* подводится к рельсам. Батарея для накаливания лампочек светофора присоединяется к якорю реле и лампочкам, как это показано на рисунке.

Когда колеса не находятся на блокированном участке пути, ток от «путевой батареи» проходит через обмотку реле, якорь притягивается к сердечнику и в светофоре горит зеленая лампочка *(4)*, указывающая, что путь «свободен».

Как только колеса зайдут на блокированный участок, ток в реле не поступает, якорь оттягивается пружинкой и красная лампочка *(5)* светофора зажигается. Это указывает на то, что данный участок пути «занят».

Когда же колеса пройдут блокированный участок, реле снова срабатывает и включает зеленую лампочку светофора.

Схема соединения отдельных частей моделей показана на рисунке.

МОДЕЛИ С ФОТОЭЛЕМЕНТОМ

Много различных моделей и приборов можно построить с применением фотоэлемента.

Известно, что фотоэлемент нашел широкое применение в современном автоматическом производстве. Явление фотоэффекта было открыто русским физиком А. Г. Столетовым еще в 1888 году. Сущность его заключается в том, что в некоторых металлах под действием на них света облегчается выход электронов (в фотоэлементе под действием света возникает фотоэлектронная эмиссия).

Слабый ток фотоэлемента может быть усилен с помощью электронных ламп. Сочетание фотоэлемента, электронной лампы и электромагнитного реле и получило название фотореле (рис. 27). В практике электротехнического кружка с фотореле можно построить ряд интересных моделей, раскрывающих принципы применения фотоэлемента в современном производстве. Здесь мы приводим две модели.

Модель автоматического счетчика изображена на рисунке 28. Установка действует следующим образом. На бесконечной ленте, изображающей производственный конвейер, укреплены кубики, импровизирующие детали. Лента приводится в движение мотором, вращение которого замедляется редуктором.

Во время движения кубики пересекают луч света, падающий от осветителя на фотоэлемент, и заставляют при этом срабатывать реле, как это обычно происходит в фотореле. При срабатывании реле замыкается электрическая цепь с электромагнитным счетчиком.

Конструкция электромагнитного счетчика показана на рисунке 28 снизу. На конце

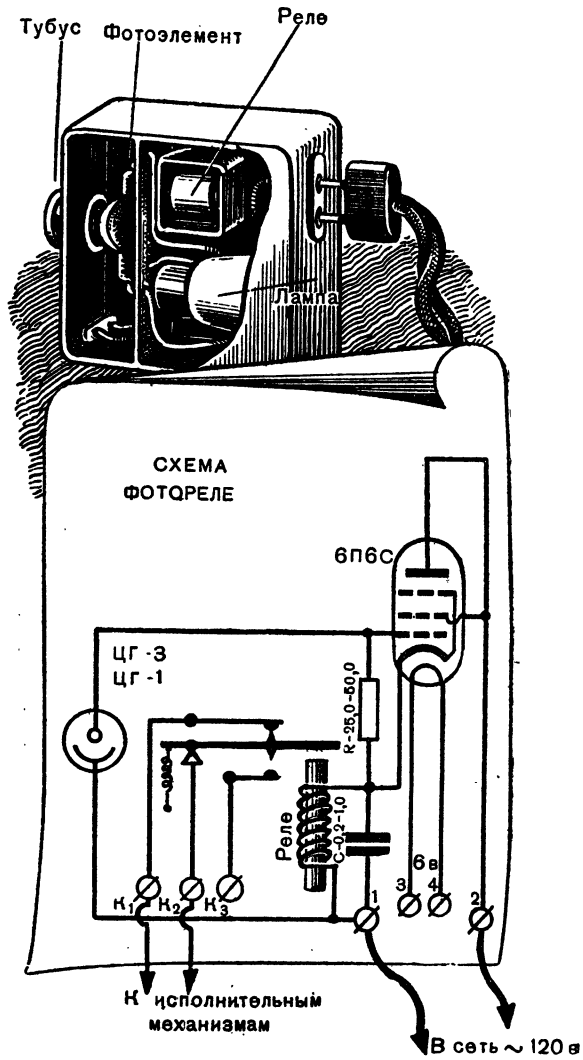


Рис. 27. Самодельное фотореле и его схема.

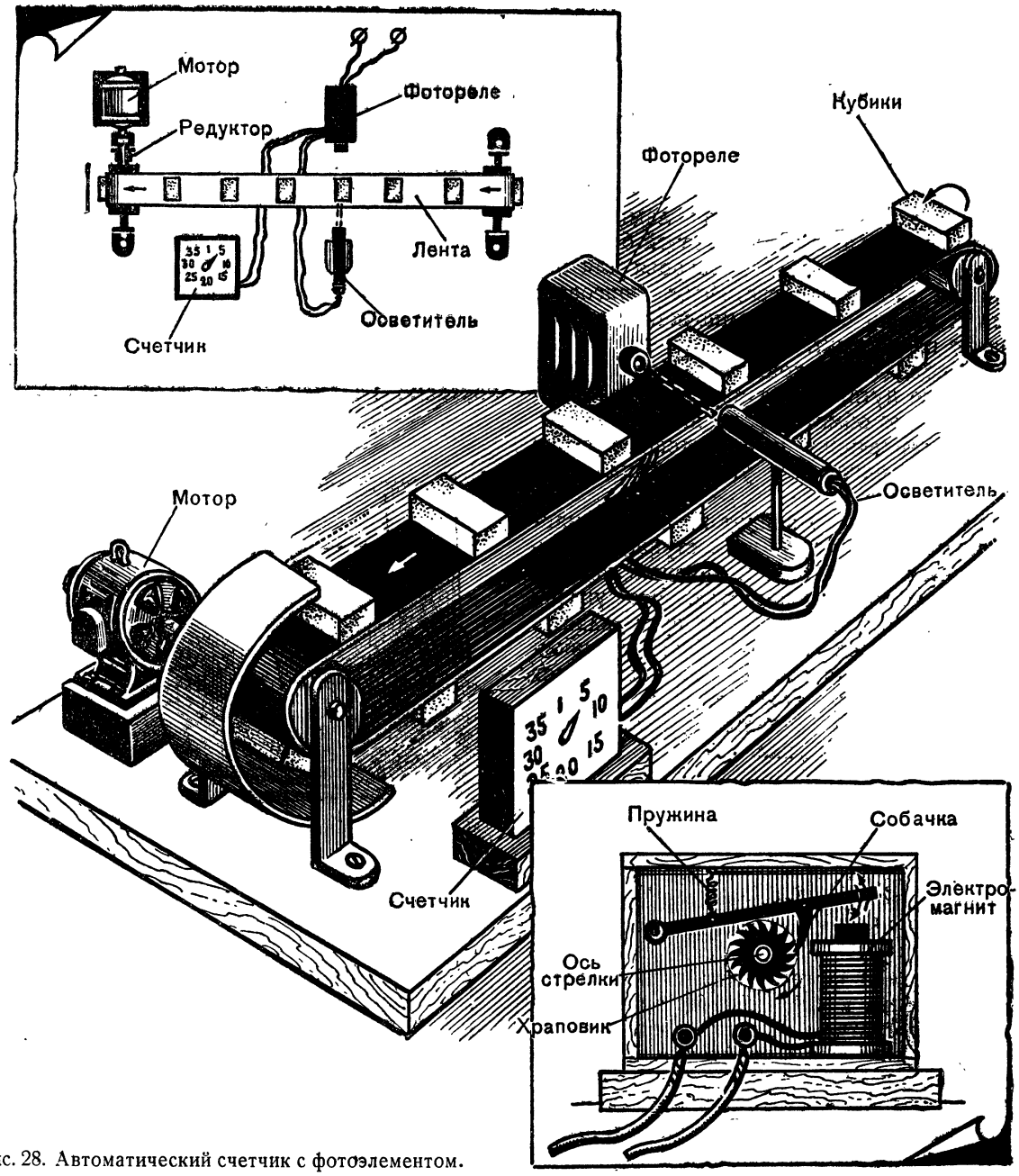


Рис. 28. Автоматический счетчик с фотоэлементом.

якорька здесь укреплена собачка, которая другим своим концом упирается в храповое колесо. При срабатывании реле собачка поворачивает колесо на один зубец и вместе с ним передвигает стрелку счетчика, жестко укрепленную на оси храпового колеса. Стрелка скользит по циферблату, на котором нанесены цифры.

Основой макета является фотореле. Принципиальная схема его изображена на рисунке 27. Когда на фотоэлемент действует свет, на управляющей сетке лампы появляется большое отрицательное напряжение, которое запирает лампу, ток в анодной цепи лампы прекращается и реле отпускает якорек.

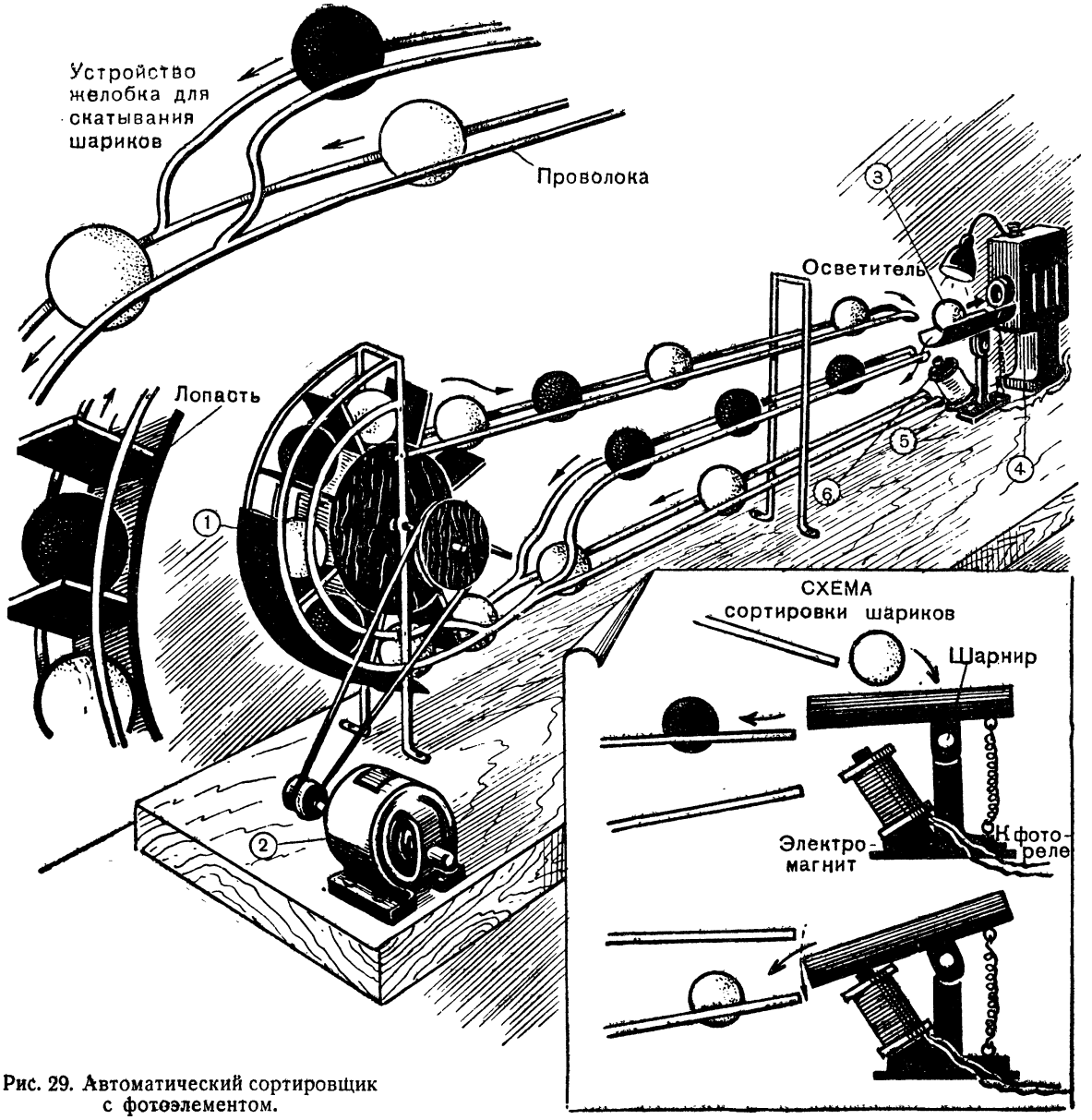


Рис. 29. Автоматический сортировщик с фотоэлементом.

При прохождении кубика перед осветителем доступ света к фотоэлементу прекращается, лампа отпирается и заставляет срабатывать реле.

Фотореле собирается в небольшой коробочке (рис. 27). После того как будут установлены и закреплены все детали и окончен монтаж, приступают к испытанию фотореле. Делают это в следующем порядке: включив реле в сеть, отсоединяют конденсатор *C* и попеременно закрывают и открывают доступ света к фотоэлементу. При этом электромагнитное реле должно изменять свою вибрацию, усиливая ее при затемнении фотоэлемента. Если этого нет, надо поменять сопротивление *R*.

Затем к реле присоединяют конденсатор *C*, сначала небольшой емкости (0,1—0,5 *мкф*), и наблюдают изменение вибрации реле. Если якорек реле при этой емкости продолжает вибрировать, а не срабатывает, конденсатор заменяют другим, большей емкости, добиваясь четкого срабатывания реле без вибраций. При сопротивлении реле в 1 000 *ом* емкость конденсатора равна 2 *мкф*, а при сопротивлении в 4 000 *ом* емкость конденсатора равна 1 *мкф*.

Иногда на сердечник реле полезно наклеить тонкую бумажку, чтобы устранить прилипание якорька к сердечнику.

Модель автоматического сортировщика. Общий вид модели показан на рисунке 29. Описываемая модель сортирует предметы по признаку цвета.

Подъемное колесо *(1)* приводится во вращательное движение мотором *(2)* с редуктором. Лопасти этого колеса поднимают черные и белые шарики, которые затем скатываются по верхним направляющим на сортировочную площадку *(3)*. Здесь все шарики оказываются перед фотореле и белые из них, хорошо отражая свет своей поверхностью, действуют на фотоэлемент, заставляя сработать электромагнитное реле.

В цепь контактов этого реле включен электромагнит *(5)*. В момент срабатывания реле сюда поступает ток от батареи и заставляет дощечку, образующую площадку, наклониться (она укреплена на шарнире), а белый шарик скатывается на нижние направляющие. Когда же на сортировочную площадку попадет черный шарик, свет от его поверхности не отражается и реле не срабатывает. Поэтому черный шарик скатывается на средние направляющие.

Как и первая модель, автоматический сортировщик действует непрерывно.

Черные и белые шарики, скатываясь по нижним и средним направляющим, снова попадают на лопасти вращающегося колеса и поднимаются вверх — на верхние направляющие. Для наглядности в качестве направляющих используются дюралевые или медные трубки диаметром 6—8 *мм*. С этой же целью направляющие вокруг подъемного колеса сделаны из проволоки. Деревянные шарики диаметром 35 *мм* для модели вытачиваются на токарном станке.

Фотореле в этой модели такое же, как и в автоматическом счетчике. Обе модели с фотоэлементами действуют безотказно и являются прекрасными наглядными пособиями.

ЭЛЕКТРОИСКРОВАЯ ОБРАБОТКА МАТЕРИАЛОВ

Кружковцев следует практически знакомить с некоторыми современными технологическими процессами, например гальваническим покрытием металлических изделий медью, цинком и другими металлами, с электрополировкой металлов, электроискровой обработкой, электросваркой и т. п.

На рисунке показана **электролитическая ванна** (рис. 30), описанная в журнале «Физика в школе».

Ванна представляет собою прямоугольный стеклянный сосуд, в который наливается электролит. Сосуд устанавливается на доске, как это показано на рисунке. На фанерном щитке укрепляется зажим для стержня, посредством которого обрабатываемая деталь опускается в электролит.

На щите также находится скоба с двумя штырями, на которые подвешиваются пластинки анодов. На щитке же устанавливаются вольтметр и амперметр, переключатель и реостат. Схема включения показана на рисунке 30, справа.

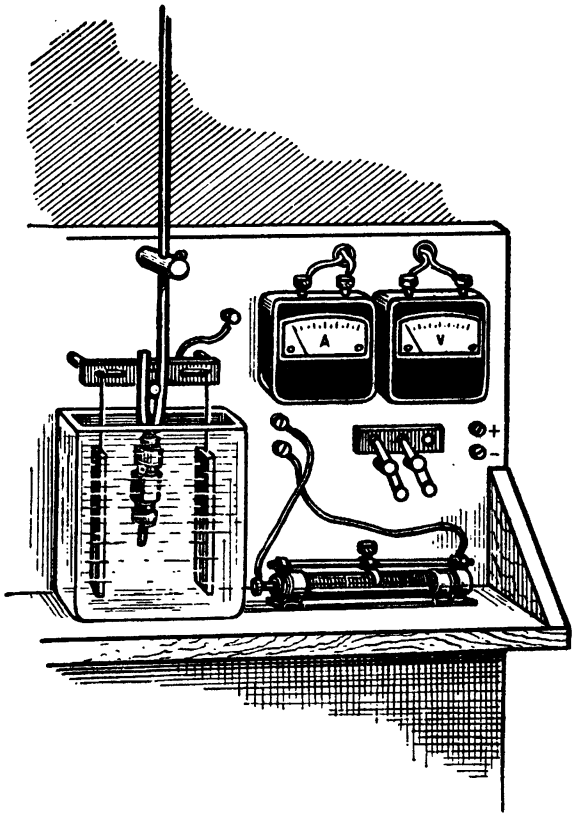
При покрытии деталей металлом необходимо соблюдать определенные условия: точно составить электролит, определить величину тока в зависимости от поверхности детали, тщательно очистить и обезжирить детали.

Погружение деталей в электролит производится под током при реостате, включенном полностью. Деталь помещается в ванне на одинаковых расстояниях от анодных пластин, но не слишком близко к ним. После этого с помощью реостата устанавливают ток требуемой силы.

Очистка предметов для гальваностегии. Для получения ровного и прочного осадка металла необходимо тщательно очистить предмет от окислов и жира. Посредством напильника и наждачной бумаги очищают предмет от грязи и окислов. Если предмет имеет неровную поверхность, то очистка производится не механическим, а химическим путем — протравливанием 10-процентным раствором серной или соляной кислоты (железные изделия), цинк и алюминий — раствором серной кислоты, а никель — раствором соляной кислоты.

При травлении выделяются ядовитые газы, и поэтому работу следует производить в вытяжном шкафу или на открытом воздухе.

Обезжиривание производится промыванием в чистом бензине и погружением пред-



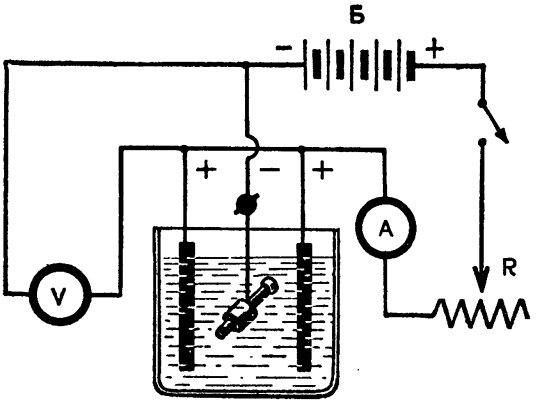


Рис. 30. Электролитическая ванна и схема включения.

метов в 10—20-процентный раствор едкого калия или натра. Малейшие следы жира на предмете представляют собою изолирующую прослойку, и отложения металла в этом месте не будет (если ток и будет проходить, то металл не будет прочно отлагаться).

После обезжиривания предметы нельзя брать руками. Необходимо заранее к предметам прикрепить проволочки для переноски их в электролитическую ванну. После очистки от жира предмет тщательно промывается в чистой воде и держится там до переноса в ванну.

Плохо очищенные предметы могут также загрязнить электролит. При правильно протекающем процессе отложения представляют ровный матовый слой. Появление темных пятен указывает на плохое обезжиривание.

Растворы для технических применений электролиза.

Электрополировка металла. Электролит — 40—60-процентный водный раствор ортофосфорной кислоты. Катодом служит свинцовый электрод, анодом — полируемое изделие, например латунная пластинка, предварительно очищенная мелкой наждачной бумагой и обезжиренная в 10-процентном растворе едкого натра. Напряжение — 4—6 *в*, плотность тока — 0,2—0,3 *а/см²*. Процесс полировки длится 30—60 секунд.

Электролитическое оксидирование алюминия и его сплавов. Электролит — 20-процентный раствор серной кислоты. Алюминиевая или дюралюминиевая пластинка, предварительно обезжиренная, погружается в электролит на 3 минуты. Напряжение тока — 10—12 *в*. Плотность тока — 0,8—2 *а/дм²*.

Оксидированная деталь тщательно промывается холодной водой, после чего может быть легко окрашена анилиновой краской, так как окисная пленка пористая.

Электрохромирование металлов. Электролит состоит из раствора — 1 *л* воды, 250 *г* хромового ангидрида, 2,5 *г* серной кислоты. Латунная пластинка после очистки и обезжиривания погружается в электролит на 0,5 — 1 минуту. Напряжение тока—4—5 *в*. Плотность тока—10—15 *а/дм²*. Катод берется меньших размеров, чем анод.

После хромирования изделие промывается водой.

После покрытия все предметы имеют матовую поверхность. Для придания им обычного блеска их необходимо полировать венской известью, мелом или зубным порошком с помощью суконки.

Никелирование. Электролит — на 1 *л* воды 350 *г* сернокислого никеля и 5 *г* серной кислоты. Напряжение тока — 12 *в*. Плотность тока — 10 *а/дм²*. Анодом служит никелевая пластинка, катодом — никелируемый предмет. Латунная пластинка для нике-

лирования, тщательно отполированная и обезжиренная, погружается в электролит на 2—3 минуты.

Электрополировка. В стеклянный сосуд опускают анод — медную пластинку, которую надо отполировать, и катод — тоже медную пластинку, только значительно большей поверхности. Электролитом служит ортофосфорная кислота H_3PO_4; уд. вес 1,54 — 1,6. Полируемая пластинка площадью поверхности 3—4 *см*² отшлифовывается наждачной бумагой, начиная от 1-го номера и кончая 000-м. Пластинка обезжиривается в содовом растворе.

Обрабатываемый предмет присоединяется к положительному полюсу батареи напряжением 3—4 *в*.

Катодом может служить такой материал, который химически устойчив к данному электролизу; в нашем опыте берется медная пластинка.

В цепь включается регулировочный реостат на 20—30 *ом*, вольтметр, амперметр и рубильник. Ток устанавливается в цепи 0,3—0,4 *а* (8—10 *а* на *дм*²).

Процесс полировки длится 5—6 минут. Вначале у поверхности анода образуется пленка, которая потом разрывается и оголяет отполированную поверхность изделия. Изделие, не вынимая из ванны и не выключая ток, прополаскивают в электролите, после чего вынимают из ванны и промывают в чистой воде.

Сущность процесса полировки заключается в том, что неполированная шероховатая поверхность изделия, имеющая мельчайшие выступы и впадины, при полировке сглаживается, полируется и выступы стравливаются.

Модель для демонстрации электроискровой обработки металлов. При электрическом разряде (искре) между двумя контактами происходит разрушение металла. Это явление советские ученые используют для искровой обработки металлов. Электроискровой способ позволяет обрабатывать твердые сплавы, делать в изделиях отверстия различной формы и глубины.

Установки для электроискровой обработки металлов находят все большее применение в производственных процессах. Сущность этого способа заключается в следующем (рис. 31). Обрабатываемое изделие *(1)* прочно устанавливают в ванне с керосином *(2)*. Стержень-электрод *(3)* может совершать вертикальные движения вверх-вниз. Электрод *(3)* соединен проводником с отрицательным полюсом источника постоянного тока, а изделие — с положительным полюсом.

Электрический ток идет от отрицательного полюса к электроду *(3)*, от него через зазор в керосине к изделию и от последнего к положительному полюсу источника тока. Таким образом, в полученной электрической цепи роль анода выполняет изделие, а электрод является катодом.

Когда электрод приблизится к изделию и зазор будет очень маленьким, проскочит искра, при этом на аноде произойдет разрушение (эрозия), мельчайшая частичка изделия будет вырвана. По мере опускания электрода *(3)* глубина образуемого отверстия возрастет.

Включенный в цепь конденсатор препятствует образованию дуги, а реостат дает возможность подобрать нужное напряжение и ток в цепи.

В электроискровых установках электрод *(3)* совершает все время колебания. Это достигается с помощью соленоида *(4)*. Верхний конец электрода *(3)* в этом случае снабжается сердечником *(5)*.

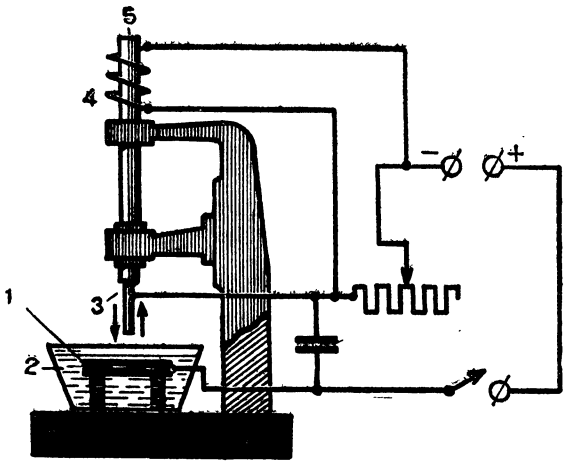
Соленоид присоединяется с разных сторон реостата так, чтобы концы проводов находились под разными напряжениями.

Когда проскакивает искра и по основной цепи идет ток, соленоид втягивает сердечник вверх, поднимая одновременно и электрод. Это вызывает увеличение зазора, и основная электрическая цепь оказывается разорванной. В результате соленоид тоже выключится, сердечник упадет вниз и, следовательно, опустит и электрод — искра проскочит снова. Затем весь процесс повторяется. Таким образом, соленоидный регулятор не только периодически выключает электрическую цепь и делает электрод *(3)* вибрирующим, но и постепенно опускает электрод.

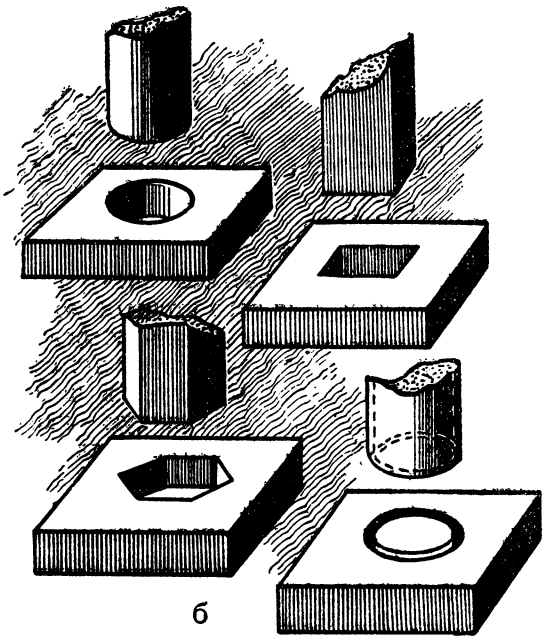
Модель простейшей электроискровой установки изображена на рисунке 31, внизу.

Вибрирующий электрод *(1)* состоит из двух частей: нижнего медного и верхнего железного. Электрод поддерживается навесу слабопружинящей пластинкой *(3)*. Железный конец электрода помещен в катушку, имеющую около 5 000 витков изолированной проволоки диаметром 0,15 *мм* *(6)*. Катушка питается переменным током от осветительной сети. Катушка с электродом может перемещаться посредством винта в стойках, установленных на доске.

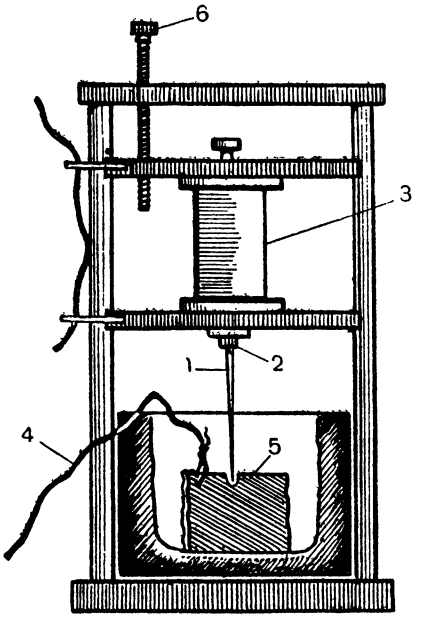
Вибрирующий электрод и обрабатываемая пластинка помещаются в ванну, напол-

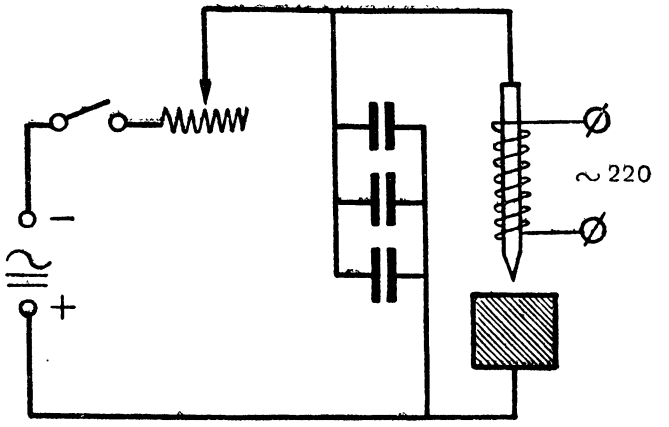


а



б





в

Рис. 31. Электроискровой способ обработки металлов.

ненную керосином, и присоединяются к батарее бумажных конденсаторов емкостью 20—30 *мкф*. При пользовании постоянным током можно применить электролитические конденсаторы, в этом случае положительный полюс конденсатора присоединяется к обрабатываемому изделию.

Конденсаторы присоединяются к сети напряжением 110—220 *в*. В цепь включают рубильник и реостат сопротивлением 100—200 *ом* на силу тока в 5 *а*, который ограничивает ток короткого замыкания при соприкосновении вибрирующего электрода с обрабатываемой пластинкой.

На рисунке 31 приведена электрическая схема установки. Для того чтобы демонстрировать процесс электроэрозии посредством теневой проекции, автор конструкции прибора Г. И. Жерехов рекомендует в качестве сосуда использовать стеклянную кювету, в которую вставляется жестяная пластинка с припаянным проводом.

В этом случае электрод делается в виде лопаточки и устанавливается поперек ребра пластинки. По мере образования отверстия электрод винтом опускается ниже. Отверстие образуется через несколько секунд.

ДЕЙСТВУЮЩАЯ МОДЕЛЬ ЭЛЕКТРОТРАКТОРА

Россия — родина трактора. Замечательный самородок механик Федор Абрамович Блинов впервые в мире построил гусеничный трактор.

Трактор является незаменимой машиной для сельского хозяйства, на строительстве каналов и других сооружений. Наши заводы выпускают тракторы «Сталинец», «Кировец-35», «КДП-35», «Беларусь» и многие другие.

Электрический трактор — очень экономичная машина. Имея в качестве двигателя электромотор, он не нуждается в дорогостоящем горючем (бензине, керосине) и расходует на 70% меньше смазочных материалов.

Любой трактор состоит из четырех основных узлов: двигателя, передающей части, которая передает движение от двигателя на гусеницы, ходовой части (гусениц) и рамы, где монтируются все части трактора.

Изготовление модели лучше вести в таком порядке: постройка рамы, ходовой части, передающей части, установка моторов, изготовление каюты и кабины модели, установка кабельной стрелы и механизма управления.

Общий вид модели трактора и схема управления им показаны на рисунках 32, 33, 34. Особенностью модели является выносное управление, позволяющее управлять движениями трактора с отдельного пульта, имеющего много общего с настоящим трактором.

Рама модели *(1)* изготовляется из жести толщиной 0,4—0,5 *мм*. Ее можно сделать из кровельного железа или даже из фанеры.

Остов рамы состоит из двух боковых, задней и передней стенок. Все размеры рамы указаны на рисунке 34. Все стенки рамы прочно спаиваются в углах, а чтобы избежать перекашивания рамы, устанавливаются дополнительные уголки и полоски из жести. В готовой раме сверлятся отверстия для осей *(3)*, делаются пропилы для оси натяжных роликов и устанавливаются две опорные оси *(4)* (длиной 188 *мм*). Готовую раму следует промыть раствором соды, чтобы удалить с нее остатки кислоты после пайки.

Затем приступают к изготовлению ходовой части *(2)*. Трактор двигается на гусеницах, сделанных из жести. Однако в тех кружках, где изготовить такие гусеницы трудно, их можно заменить резиновыми кольцами или даже полотняными гусеницами с наклеенными фанерными планками.

В ходовую часть войдут ведущие звездочки, придающие движение гусеницам, опорные катки, которые удерживают весь трактор, подвесные ролики, служащие для поддержания гусениц сверху, и натяжные ролики.

Для ведущих звездочек потребуется железо толщиной 2—2,5 *мм*. Размеры звездочек указаны на рисунке. Оси для звездочек делаются из 5-миллиметровой стальной проволоки длиной 180 *мм* каждая. Для гусеничной ленты можно использовать 0,4—0,5-миллиметровую жесть. Лента состоит из отдельных частей — башмаков *(5)*, шарнирно соединенных между собой. Изготовление гусениц — одна из самых трудных операций при постройке модели. Башмаки (или траки) соединяются между собой осями-пальцами, сделанными из стальной проволоки диаметром в 1—1,5 *мм*.

Для гусениц потребуется 64 трака и 64 пальца. На рисунке показаны все размеры трака. Шарнирные ушки могут быть выполнены на отдельных жестяных пластинках, которые затем припаиваются к траку.

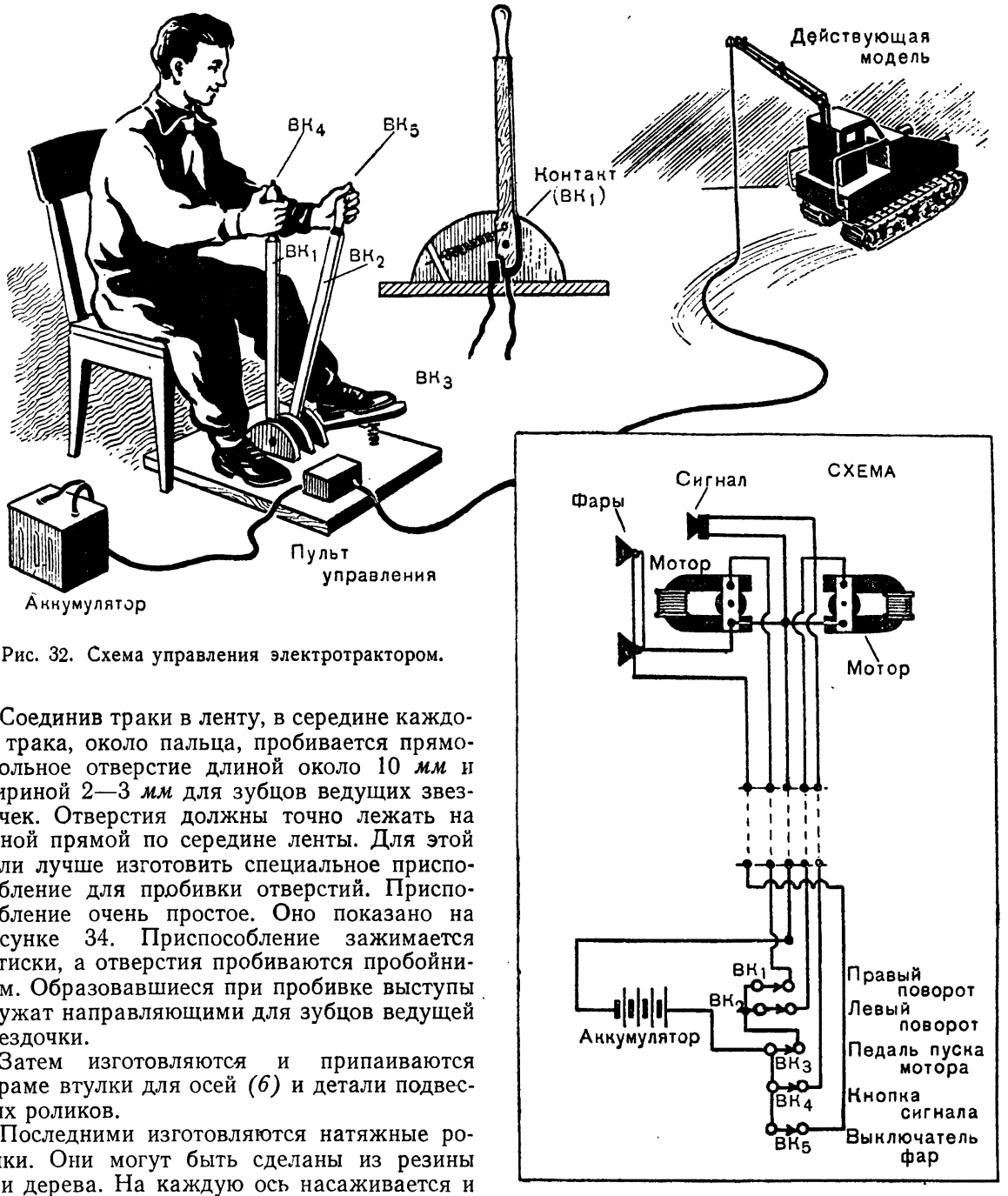


Рис. 32. Схема управления электротрактором.

Соединив траки в ленту, в середине каждого трака, около пальца, пробивается прямоугольное отверстие длиной около 10 *мм* и шириной 2—3 *мм* для зубцов ведущих звездочек. Отверстия должны точно лежать на одной прямой по середине ленты. Для этой цели лучше изготовить специальное приспособление для пробивки отверстий. Приспособление очень простое. Оно показано на рисунке 34. Приспособление зажимается в тиски, а отверстия пробиваются пробойником. Образовавшиеся при пробивке выступы служат направляющими для зубцов ведущей звездочки.

Затем изготовляются и припаиваются к раме втулки для осей *(6)* и детали подвесных роликов.

Последними изготовляются натяжные ролики. Они могут быть сделаны из резины или дерева. На каждую ось насаживается и закрепляется на ней по одной звездочке. При установке звездочек на осях надо внимательно следить за тем, чтобы плоскости звездочек были перпендикулярны осям. Звездочки можно укреплять на осях с помощью пайки или любым другим способом. В середине каждой оси закрепляется червячное колесо *(7)*, через которое передается вращение от мотора. С другой стороны осей на общую втулку, свободно вращающуюся на оси, насаживаются два колеса *(8)*, сделанные также из железа.

Опорный каток (рис. 34) состоит из двух частей, шарнирно соединенных между собой, — опорных роликов и пружины-рессоры.

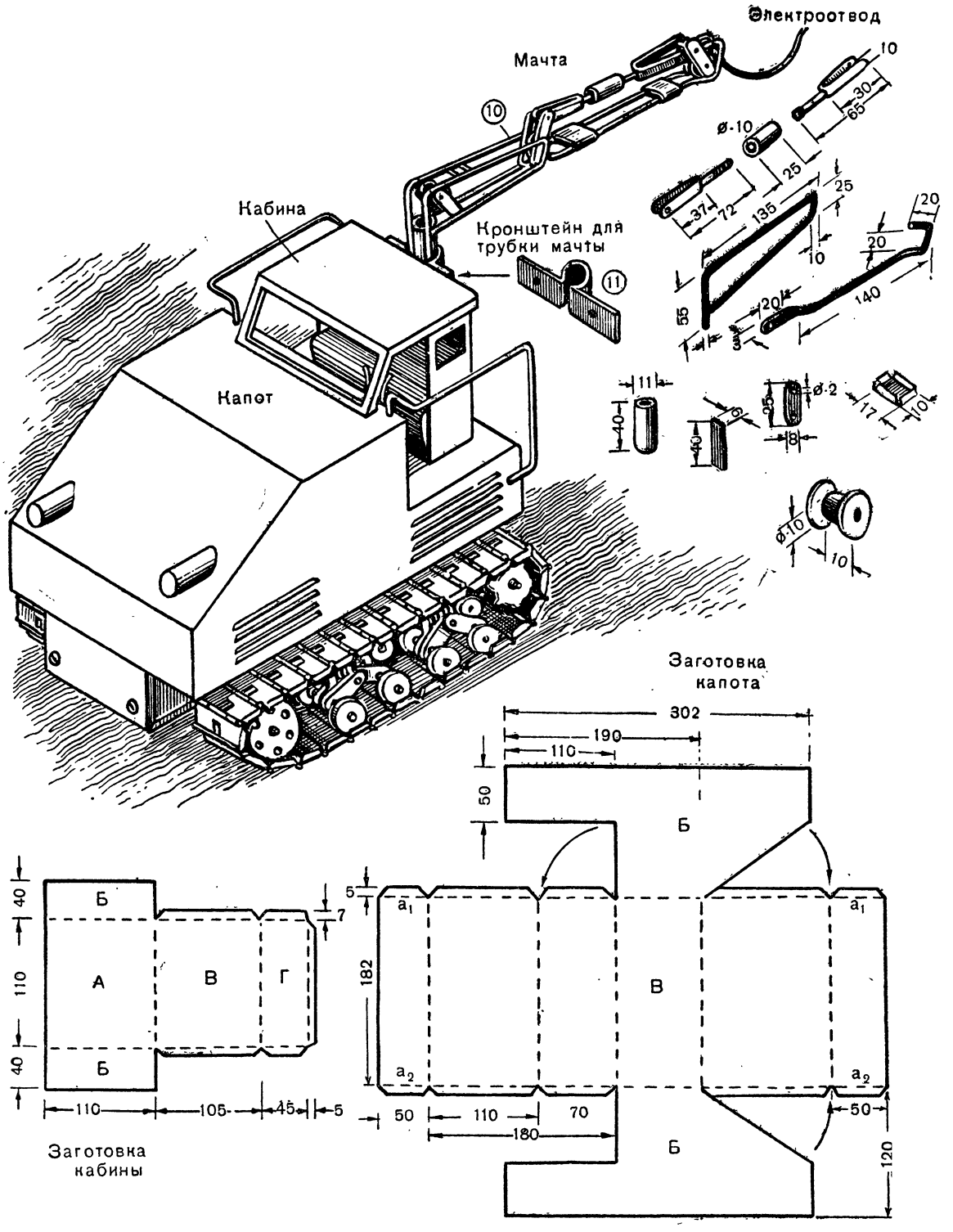


Рис. 33. Детали модели электротрактора.

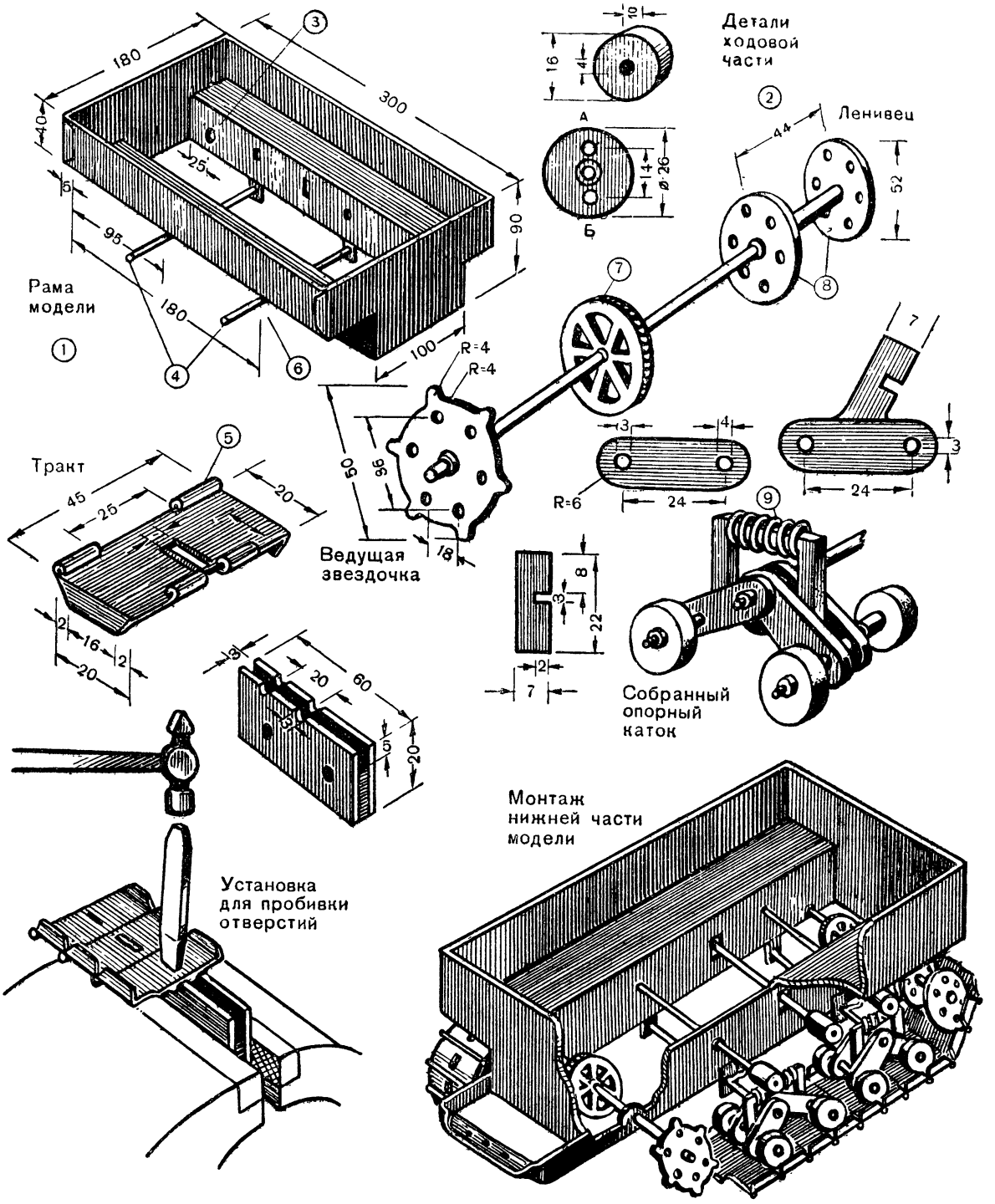


Рис. 34. Модель электротрактора.

Для их изготовления заготовляют детали, показанные на рисунке. Затем из железной проволоки делаются оси, каждая длиной 48 *мм,* и из стальной проволоки диаметром в 1 *мм* накручиваются четыре пружины диаметром 10 *мм.* Длина пружин в несжатом состоянии около 35 *мм,* а расстояние между двумя витками приблизительно равно 4 *мм.* Ролики вытачиваются на токарном станке из плотных пород дерева или алюминия.

Все ролики снабжаются втулками, длина которых подбирается с таким расчетом, чтобы расстояние между надетыми на ось роликами было равно 44 *мм.* Во избежание спадания роликов с осей на концах осей делается нарезка и завинчивается по две гайки или просто надеваются и припаиваются шайбы.

Окончательная сборка катков производится позже установки ведущих звездочек и гусеничной ленты. Натяжные ролики устанавливаются на обеих гусеницах сверху. Оба они закрепляются на оси из железной проволоки. Ось помещается в прорубленные в раме канавки и прижимается к гусеницам пружиной.

Передающая часть трактора очень простая.

На модели трактора устаналивается два однотипных мотора мощностью по 15—25 *вт.* Обе оси трактора — ведущие, причем каждая из гусеничных лент приводится в движение только одной осью.

При движении трактора по прямой линии работают оба мотора, следовательно, обе гусеничные ленты двигаются с одинаковой скоростью. При поворотах трактора один из моторов выключается, соответствующая мотору лента затормаживается и трактор начинает разворачиваться.

Для передачи вращения от моторов служат червячные пары. Если подходящие червячные колеса трудно подобрать, передачу можно сделать следующим образом. На оси колес трактора насаживается деревянное или текстолитовое колесо с желобком, а на осях моторов делается резьба. При установке моторов надо сделать так, чтобы оси мотора плотно прижимались к желобкам колес. Со временем на колесах образуется винтовая резьба и такая передача будет работать не хуже червячных колес.

Моторы для модели могут быть применены как готовые (фабричные), так и самодельные (см. рис. 22). Важно только, чтобы они были хорошо отрегулированы, имели небольшие размеры и удобное крепление. Далее производится общий монтаж ходовой части электротрактора.

При этом серьезное внимание надо уделить легкости движения гусеничных лент и надежности их работы. Надо тщательно отрегулировать звездочки, опорные катки, поддерживающие и нажимные ролики, червячные колеса у моторов, произвести смазку в трущихся деталях, осях, втулках и т. д.

После этого приступают к изготовлению капота и кабины. Они могут быть сделаны из жести или фанеры. Заготовки для этих частей показаны на рисунке 33. Капот и кабина спаиваются по углам. С обеих сторон капота прорубаются щели длиной 80 *мм.*

К передней части капота припаиваются фары с лампочками от карманного фонаря, а в кабине устанавливается электросигнал. Лампочки в фарах устанавливаются в специальных патронах. Управление трактором и подводка питания к электромоторам осуществляется через кабель. Для предохранения кабеля от спутывания у трактора сделано приспособление, называемое кабельной мачтой *(10)* и состоящее из мачты и стрелы. Устройство их показано на рисунке 34.

Для установки кабельной мачты сзади кабины устанавливаются кронштейны *(11).*

Для модели потребуется шнур-кабель длиной 3—4 *м,* состоящий из пяти проводников. Кабель через стрелу и мачту протягивается внутрь капота, где каждый из проводников припаивается к соответствующим частям. Схема соединения деталей показана на рисунке 35.

Пульт управления моделью трактора изображен на рисунке 32. Пуск модели трактора и его остановка осуществляются педалью ($Вк_3$). Когда педаль нажата, электрическая цепь моторов замыкается и модель начинает двигаться вперед. Поворот трактора осуществляется двумя рычагами ($Вк_1$ *и* $Вк_2$). При повороте налево рычаг ($Вк$) берется на себя, при этом выключается один из моторов и модель начнет разворачиваться. Поворот в другую сторону осуществляется вторым рычагом. Включение фар и сигнала производится кнопочными выключателями, укрепленными на рычагах (сверху). Для управления моделью кружковец садится на стул, в ноги к нему ставится панель с рычагами. Он берется руками за рычаги, правую ногу ставит на педаль и начинает управление.

Готовая модель красится в различные

цвета: кабина и капот в серый или зеленый, ходовая часть (кроме гусениц) черной краской, поручни и стрела — белилами.

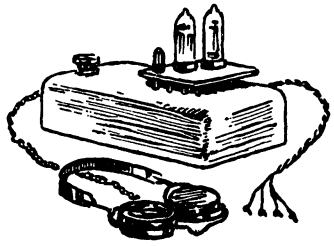
Регулировка модели электротрактора. В модели электротрактора применяется два мотора, что позволяет в значительной степени упростить передаточные механизмы. Но при этом необходимо следить, чтобы число оборотов обоих двигателей было одинаковым, так как при значительной разнице в скоростях вращения моторов модель будет уходить в сторону. Однако сделать два самодельных одинаковых мотора малой мощности очень трудно. Даже при изготовлении электромоторов на заводе наблюдается значительный разброс в числе оборотов моторов.

Поэтому в моделях, в которых установлены два мотора, приходится регулировать скорости вращения обоих моторов путем включения регулировочного сопротивления в цепь обмотки возбуждения одного из них. Сопротивление включается последовательно в цепь питания мотора. В качестве сопротивления может применяться реостат от радиоконструкций, допускающий ток до 1—2*а*. Включив реостат в цепь, подгоняют число оборотов одного из моторов (при этом необходимо измерять число оборотов обоих моторов). Для этой цели применяются приборы — тахометры или стробоскопы. Если же их нет, можно рекомендовать способ, предложенный С. Д. Клементьевым. Электродвигатели устанавливают друг против друга так, чтобы концы осей, на которые насажены шестеренки, были на одной прямой. Обмотки якорей включаются таким образом, чтобы двигатели вращались в разные стороны (если смотреть со стороны коллектора). На осях моторов устанавливают по стрелке. Подключив моторы к питанию, наблюдают за стрелками. Если один из двигателей вращается медленнее другого, то стрелка этого мотора будет отставать. Следует заметить, что наш глаз фиксирует не скорость вращения, а разность скоростей вращения моторов.

При значительной разности скоростей между стрелками образуется сектор. Величина сектора меняется от изменения величины регулировочного сопротивления. При совпадении скоростей сектор уменьшается и сводится к линии, соответствующей ширине стрелки.

Отрегулировав таким образом моторы, их можно установить на модели.

РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ КРУЖОК



Трудно переоценить ту исключительную роль, которую играет радио в жизни людей. Особенно велика роль радио в нашем социалистическом обществе с его плановым хозяйством, бурно развивающейся промышленностью и крупнейшим в мире сельским хозяйством.

Радиотехника — одна из молодых отраслей современной науки и техники. Однако развитие ее шло такими быстрыми темпами, а применение оказалось настолько многообразным, что она проникла в самые различные области народного хозяйства и прочно вошла в быт советских людей.

Радиолюбительство в нашей стране стало самым массовым общественно-техническим движением среди молодежи. С большим интересом занимаются в радиокружках пионеры и школьники.

Занятия кружка лучше проводить в специально оборудованной комнате—лаборатории. Для работы кружка потребуется различное учебно-лабораторное оборудование: измерительные приборы (вольтметры, миллиамперметры, омметры, авометры, стандарт-генераторы, ламповые вольтметры, испытатели ламп и т. д.), развернутые схемы различных радиоблоков, щиты с образцами радиодеталей и радиоламп, готовая промышленная радиоаппаратура (приемники, звукозаписывающие устройства, телевизоры). Надо удобно расставить рабочие столы, шкафы для хранения инструментов, материалов и готовых конструкций, силовые и испытательные щиты. Для теоретических бесед потребуются также демонстрационный стол и классная доска.

Для практической работы в кружке необходимы различные инструменты. Комплекты радиомонтажных инструментов (плоскогубцы, кусачки, круглогубцы, отвертка, нож, пинцет и шило) нужно хранить в специальных готовальнях, а для паяльников сделать подставки. Таких комплектов желательно иметь в достаточном количестве.

Руководитель кружка должен побеспокоиться и о материалах. Трудно перечислить все необходимые для работы материалы, но такие, как обмоточный провод разных сечений для катушек и трансформаторов, трансформаторная сталь (от старых трансформаторов), крепежные детали, бумага, картон, фанера, клей и жесть, необходимы при изготовлении любой радиоконструкции. Кроме того, нужно иметь различные радиодетали: конденсаторы, сопротивления, панельки, радиолампы и т. д., необходимый ассортимент и количество которых можно установить на основании программы кружка с учетом всех запланированных для изготовления конструкций.

Изучать радиотехнику следует по специальным программам. Обществом ДОСААФ разработаны две такие программы: программа по изучению и постройке детекторных приемников и программа по изучению и постройке ламповых приемников. Они составлены таким образом, что вторая является продолжением первой.

Сначала члены кружка учатся собирать простейшие радиоаппараты, а затем, постепенно накапливая необходимые практические навыки, они переходят к постройке более сложных конструкций.

Окончив изучение первой программы, кружок подводит итоги, организует конкурс на лучший детекторный приемник или проводит вечер вопросов и ответов. После этого члены кружка приступают к изучению второй программы. Они знакомятся с работой радиолампы, с ее применением в различных радиоконструкциях, изготовляют ламповые

приемники, усилители, измерительные приборы и другую аппаратуру.

За один учебный год проходятся обе программы. Общее количество часов работы кружка с учетом массовых форм работы составляет в среднем 100—110 часов.

Руководитель кружка, объединяя обе программы, может изменять порядок отдельных тем, количество часов, отведенных на изучение той или иной темы, а также включать новые разделы и темы, если это вызвано условиями работы. При этом нужно стремиться к тому, чтобы каждая предшествующая тема служила как бы вступлением к следующей, давала бы возможность постепенно, теоретически и практически раскрыть главные элементы конструкции и лежащие в их основе физические законы.

Как правило, программы кружка составлены для учащихся 6-х и 7-х классов. Однако кружки начинающих радиолюбителей могут объединять школьников и из других классов. Программа кружка в этом случае может остаться неизмененной, только теоретические сведения должны подаваться поразному. Известно, например, что отдел «Электричество» по курсу физики учащиеся проходят в 7-м классе, и в кружке начинающих радиолюбителей могут быть школьники, еще не знакомые с электротехникой. Следовательно, на занятиях такого кружка руководитель обязан сообщить в беседах первоначальные сведения по электричеству, необходимые кружковцам для понимания практической работы.

В кружках юных техников более старшего возраста, уже знакомых с законами электрического тока, руководитель лишь напоминает те или иные законы и разбирает их применительно к практическим работам.

Общие методические указания по проведению занятий в кружках были изложены выше, поэтому здесь мы рассмотрим лишь те, которые непосредственно относятся к работе радиокружка.

Самое большое внимание руководитель должен уделить подготовке первой беседы. В популярной форме он знакомит кружковцев с развитием радиотехники от первого приемника Попова до радиоконструкции наших дней, с многообразным применением радио в народном хозяйстве и обороне нашей Родины. В конце беседы руководителю нужно рассказать о значении радиолюбительства в нашей стране.

Первая (вступительная) беседа обязательно должна сопровождаться опытами и демонстрацией различных приборов и радиоаппаратов. Желательно показать простейшую установку для демонстрации принципа беспроволочной связи (индукционная катушка — когерер — индикатор), генератор токов высокой частоты, усилитель для передачи музыки и речи, а по возможности продемонстрировать звукозапись и телевидение. Часть вступительной беседы можно иллюстрировать портретами ученых, рисунками, диапозитивами (например, «Попов — изобретатель радио») или фрагментами из фильма «Невидимые волны».

Говоря о предстоящей работе кружка, руководитель должен показать образцы конструкций, приборов и моделей, которые будут делать кружковцы.

Основные разделы первой программы знакомят членов кружка с работой и устройством простейших детекторных приемников. Работу в области радио необходимо начинать именно с постройки детекторного приемника, которому свойственны многие физические процессы, лежащие в основе работы и более совершенных приемников.

На занятиях кружка руководитель, разбирая достоинства и недостатки детекторного приемника, рисует на доске его схему и рассказывает об основных условных обозначениях радиодеталей. Кружковцы знакомятся с отдельными деталями приемника: детектором, телефоном, конденсаторами, катушками и их назначением. Полезно во время занятия кружка на заранее подготовленных панелях дать возможность членам кружка собрать летучие схемы основных типов детекторных приемников. Слушая передачу после каждого изменения в схеме, кружковцы убедятся в преимуществах одних схем перед другими.

Руководитель обязан рассказать о назначении катушек индуктивности и их работе в схеме приемника, продемонстрировать их различные типы, дать советы по изготовлению каркасов и намотке катушек, по выбору проволоки и испытанию катушек.

Рассказывая о конденсаторах, необходимо продемонстрировать их устройство, разобрав несколько типов постоянных конденсаторов. Говоря о единицах измерения емкости, руководитель должен пояснить перевод одних единиц в другие.

Желательно показать, каким образом можно подобрать конденсатор необходимой емкости, дать советы кружковцам по самостоятельному изготовлению постоянных конденсаторов и их испытанию.

Детекторный приемник является первым практическим шагом начинающих юных радиолюбителей. На таком приемнике легко можно познакомиться с работой колебательного контура, с процессами настройки, с работой детектора и телефонов, с техникой радиоприема. Поэтому особое внимание следует уделить выбору типа детекторного приемника для практической работы. При этом надо учитывать возможности кружка и условия радиоприема в данной местности.

Конструкций и схем детекторных приемников очень много. На рисунке 1 изображены наиболее распространенные детекторные приемники. Первые два приемника наиболее простые (рис. 1,*а,б*). Они имеют постоянную настройку на одну, заранее выбранную радиостанцию и поэтому получили название приемников с фиксированной настройкой. Такие приемники следует делать там, где возможен прием только одной местной или громко слышимой станции. Другая отличительная особенность приемников с фиксированной настройкой — это малый размер их катушек и всего приемника.

Для изготовления катушек такого приемника требуется небольшое количество проволоки и других материалов. Проволоку можно брать в любой изоляции и любого диаметра от 0,1 до 0,4 *мм*. Число витков на катушках подбирается опытным путем, в зависимости от длины волны принимаемой радиостанции. Например, для приема московской станции, работающей на второй программе, на каждую катушку в первом приемнике необходимо намотать по 150 витков.

Подстройка приемника осуществляется путем перемещения одной катушки относительно другой, поэтому одна из катушек наматывается на отдельной картонной шпульке, которая легко может надеваться и сниматься с каркаса.

Для точной настройки второго приемника на радиостанции вместо подвижной катушки применяется магнетитовый сердечник. Применение его значительно улучшает качество контура и уменьшает размеры катушки (рис. 1,*б*). Приемник собирается между двумя фанерными дощечками, в которых с внутренней стороны сделаны углубления для катушки, детектора и проводников. Малогабаритный приемник такой конструкции очень удобен для походов и для пионерского лагеря.

Детекторный приемник иной конструкции изображен на рисунке 1,*в*.

Катушка этого приемника изготовляется из проволоки любого сечения и с любой изоляцией и имеет 10 отводов, каждый из которых подводится к соответствующему контакту. Первые пять отводов делаются через 50 витков, а все последующие через 10. Настройка приемника на радиостанции осуществляется с помощью двух жестяных ползунков. Ползунок $П_1$ служит для грубой настройки на станции. Он скользит по тем контактам, которые соединены с первыми пятью отводами от катушки. Другой ползунок, $П_2$, переключает следующие пять отводов и таким образом осуществляет более точную настройку.

Подобный приемник может быть выполнен с применением плоской катушки (рис. 1,*г*). Размеры его таковы, что он легко вмещается в обычный почтовый конверт и в таком виде может быть послан по почте, Намотка катушки приемника производится на картонном основании, пропитанном спиртовым лаком. Для осуществления корзинчатой намотки картонный прямоугольник должен иметь нечетное число прорезей. Намотка производится проволокой диаметром 0,1—0,25 *мм* в любой изоляции. Количество витков и порядок отводов может быть тот же, что и в предыдущем приемнике. Причем с одной стороны располагаются отводы, сделанные через каждые 50 витков, а с другой — через 10 витков. Настройка приемника на станцию производится путем подключения антенны и заземления к различным отводам от катушки.

Детекторные приемники с плавной настройкой на радиостанции лучше строить там, где возможен прием двух-трех радиостанций. Наиболее простыми из них являются приемники с ползунками, где настройка на радиостанции осуществляется простым перемещением жестяных ползунков (рис. 1,*д,е*). Для изготовления таких приемников потребуется провод ПЭ 0,4, из которого наматываются катушки (число витков приблизительно равно 200).

Более совершенные типы детекторных приемников, изображенные на рисунке 1,*ж,з,и*, также имеют плавную настройку путем изменения в колебательном контуре индуктивности или емкости. Однако изготовление всех этих конструкций всегда сопряжено с известными трудностями. Приемник с вариометром (рис. 1,*ж*) несколько сложен для начинающих юных радиолюбителей и требует много времени для своего изготовления. Два других приемника имеют большие

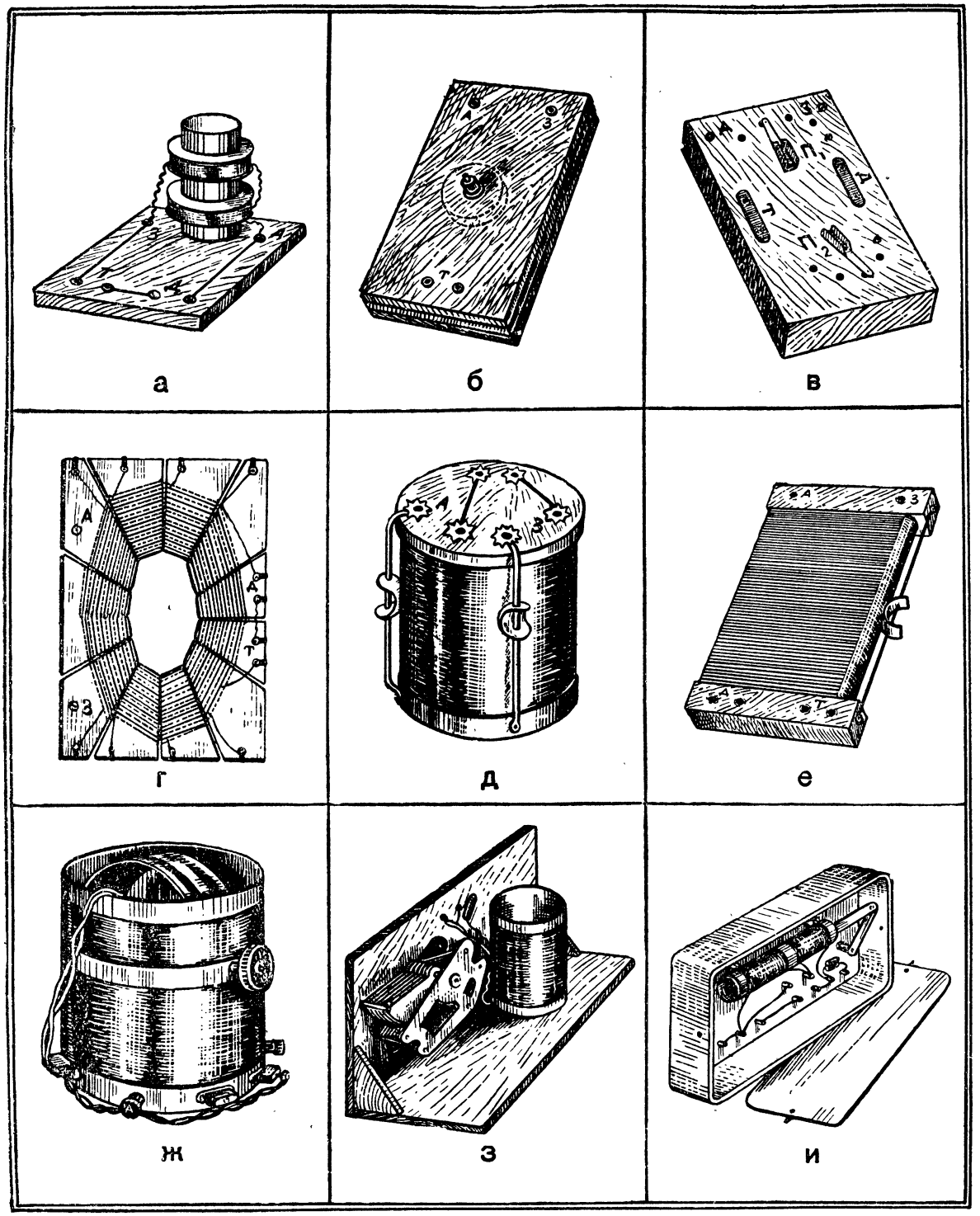


Рис. 1. Конструкции детекторных приемников.

преимущества перед первым в способе настройки, но малодоступны широкому кругу юных радиолюбителей, так как детали этого приемника (переменный конденсатор и магнетитовый сердечник) достать трудно. Постройку таких детекторных приемников можно считать оправданной лишь тогда, когда в данной местности работает несколько радиостанций и прием их требует высокого качества контура.

Учитывая материальные возможности кружка, руководителю теперь не трудно выбрать конструкцию детекторного приемника для постройки кружковцами. Надо всегда помнить, что громкость работы детекторного приемника зависит главным образом от тщательности изготовления его деталей, особенно катушки и детектора, от качества антенны и заземления, следовательно, при изготовлении и испытании детекторных приемников на это надо обращать серьезное внимание.

Заключительные занятия по детекторным приемникам посвящаются знакомству с промышленными образцами детекторных приемников, учат обращаться с ними, устранять отдельные неисправности.

В последующих занятиях по второй программе руководитель главное внимание уделяет работе электронной лампы и ее применению.

Кружковцы знакомятся с работой радиоламп, узнают о существующих типах ламп, о правилах обращения с лампами и их применении в той или иной конструкции (например, какую лампу лучше применить в качестве усилительной, какую — в качестве детектора и т. д.). О лампах суперной серии в кружках начинающих радиолюбителей говорить не следует.

Руководитель должен хорошо продумать физический эксперимент. Каждое сложное явление надо стараться раскрыть на простом и убедительном опыте. Например, работу диодной лампы можно показать на опыте, для которого используют обычный демонстрационный разборный трансформатор и учебный гальванометр. Оба они очень удобны, так как имеют большие размеры (рис. 2,*а*). Порядок опыта может быть та-

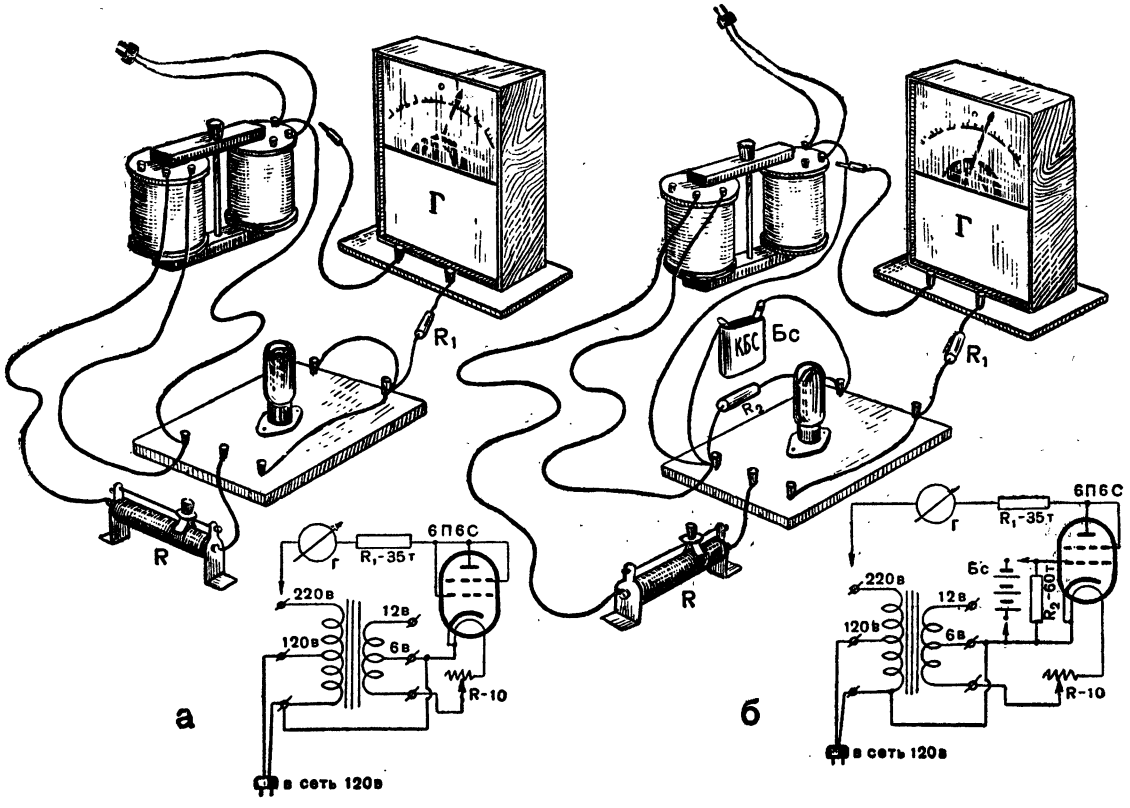


Рис. 2. Опыты с электронной лампой.

ким: собрав согласно приведенной схеме всю установку, включают накал лампы и устанавливают реостатом максимальное напряжение накала. Затем подводят напряжение на анод лампы и замечают показания гальванометра. Увеличив анодное напряжение в два раза (путем переключения на трансформаторе), замечают новое показание гальванометра. Опыт наглядно убеждает, что с увеличением анодного напряжения ток лампы возрастает.

Далее, оставляя анодное напряжение неизменным, уменьшают напряжение накала (примерно в два раза). Показания гальванометра также уменьшаются. На основании этого делается и второй вывод — анодный ток лампы зависит не только от напряжения на аноде лампы, но и от напряжения накала.

Используя для подобного опыта трехэлектродную лампу и подключая к ее сетке плюс или минус сеточной батареи, можно показать влияние потенциала сетки на электронный поток внутри лампы (рис. 2,*б*).

Для проведения опытов с лампами руководитель может использовать специальный радиоконструктор, на котором в виде летучих схем собирают одноламповые усилители, приемники, выпрямители и т. д.

Простейший такой конструктор состоит из трех панелей (рис. 3). Одна панель служит для установки мелких деталей — сопротивлений и конденсаторов, другая — для лампы, а третья — для телефонных трубок. Применение такого конструктора для опытов позволяет быстро изменять схему.

Сборка схем с помощью конструктора приводится на рисунках 4 и 5, где показаны схемы одноламповаго усилителя и одноламповаго приемника. Изменяя данные деталей схемы, можно показать значение каждой из них в радиоконструкции.

Переходя к практической работе с радиолампами, руководитель излагает основные требования, предъявляемые к самодельным ламповым конструкциям: удобное и рациональное расположение деталей, экранировка, компактность монтажа, общее оформление приемника и удобство обращения с ним.

На практических занятиях члены кружка вычерчивают сначала принципиальные схемы, а затем монтажные; изготовляют самодельные детали, крепление и монтаж которых допускается только после подбора полного их комплекта.

Юные радиолюбители, занимающиеся в кружках первого года занятий, изготовляют простейшие радиоконструкции: детекторные радиоприемники, усилительные приставки к ним, простейшие одноламповые и двухламповые походные приемники, усилители низкой частоты малой мощности, приемники для местного приема, простейшие измерительные пробники, рабочие щитки; учебно-наглядные пособия: грозоотметчик А. С. Попова, развернутые схемы детекторных приемников, отдельные блоки ламповых приемников.

Руководитель кружка должен уделять большое внимание организации кружков второго и третьего года занятий. Часто руководители работу в этих кружках пускают на самотек, предоставляя членам кружка без достаточной теоретической подготовки самим выбирать серьезные практические работы. Это неверно.

Радиокружок второго года занятий может работать по тем же программам, что и кружок начинающих, только теоретический материал здесь должен излагаться более углубленно. В этом кружке юных техников можно познакомить с простейшими радиотехническими расчетами, с принципами супергетеродинного приема, с описанием схем таких приемников. Кружковцы изготовляют приемники прямого усиления с питанием от сети и батарей, а также школьные радиоусилители, простейшие измерительные приборы для испытания радиодеталей и налаживания радиоаппаратуры, автоматические устройства с применением фотоэлементов, наглядные пособия по электронным лампам, генераторы токов высокой частоты, ветросиловые установки и т. д.

В радиокружках третьего года занятий теоретический материал подается в виде лекций по наиболее сложным темам, например: «Конструирование коротковолновой аппаратуры», «Магнитная запись звука», «Испытание и налаживание радиоконструкции» и т. д.

Из практических работ в кружке третьего года занятий юные радиолюбители изготовляют школьные радиоусилители и оборудование для радиоузлов, звукозаписывающие устройства, аппаратуру для управления моделями на расстоянии, коротковолновые и ультракоротковолновые установки, измерительные приборы, супергетеродинные приемники, наглядные пособия и приборы по электромагнитным волнам и т. д.

Работа радиокружков любого года занятий должна строиться в полном соответствии с положениями о городских и всесоюзных

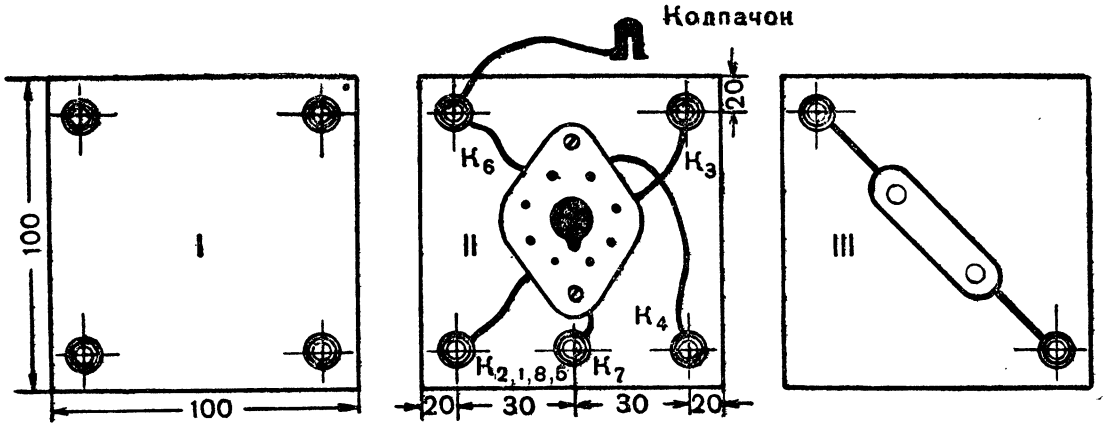


Рис. 3. Простейший радиоконструктор для опытов.

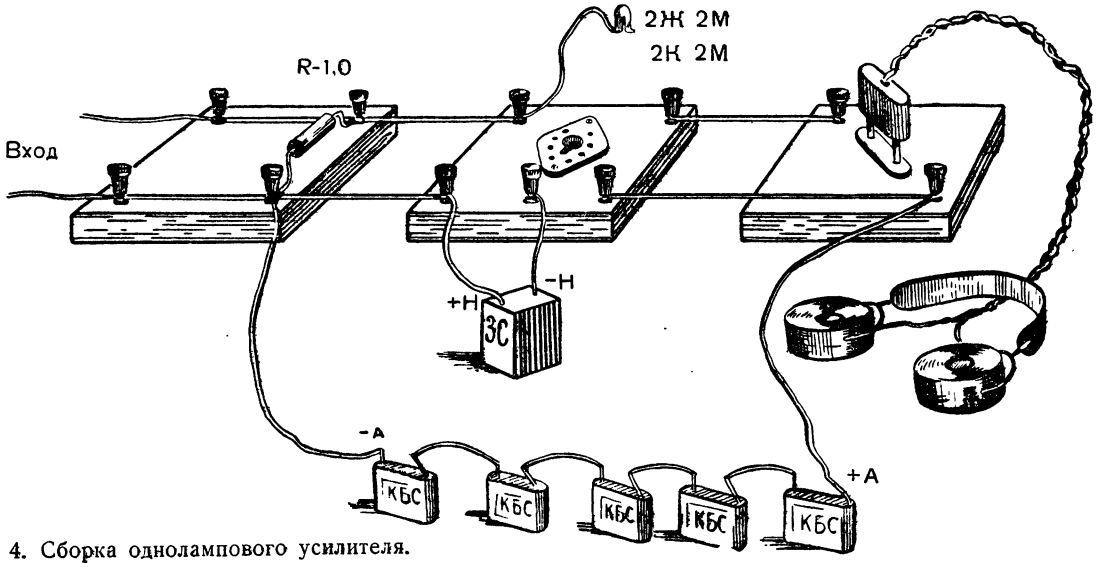


Рис. 4. Сборка однолампового усилителя.

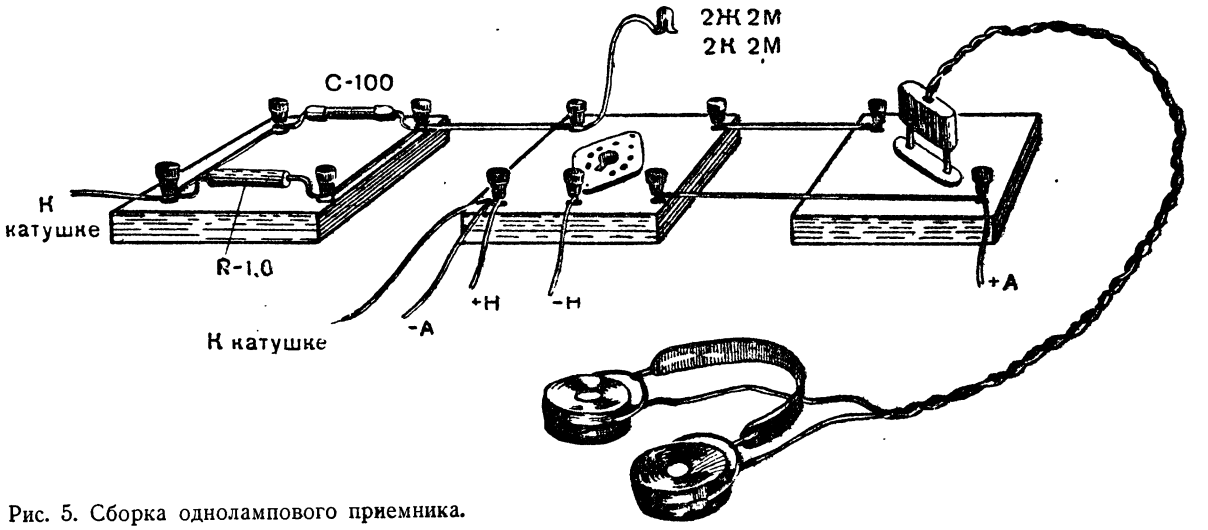


Рис. 5. Сборка однолампового приемника.

выставках работ радиолюбителей-конструкторов, проводимых внешкольными организациями и обществом ДОСААФ. Участие юных радиолюбителей в конкурсах и выставках позволяет им правильно ориентироваться в работе, критически подойти к результатам своего труда, научиться аккуратно и грамотно конструировать радиоаппаратуру.

КОНСТРУИРОВАНИЕ И ИСПЫТАНИЕ РАДИОАППАРАТУРЫ

Современный радиоаппарат представляет собой сложное устройство и состоит из множества узлов и деталей, соединенных между собой в определенной последовательности. Ввиду большого разнообразия самодельной аппаратуры дать исчерпывающие сведения по ее конструированию и испытанию очень трудно. Поэтому здесь излагаются только отдельные советы по некоторым вопросам конструирования и приводятся возможные примеры из практики.

Проектирование и конструирование радиоаппаратуры требует большого труда и включает примерно следующие операции:

а) составление блок-схемы радиоустройства соответственно принятым требованиям;

б) составление по блок-схеме принципиальной схемы конструкции;

в) расчет основных элементов и узлов схемы;

г) подбор деталей конструкции и их проверка;

д) составление монтажной схемы конструкции;

е) изготовление шасси и размещение деталей на нем;

ж) монтаж конструкции;

з) испытание и налаживание конструкции.

Составление схем. Прежде чем составить схему какой-либо радиоконструкции, необходимо хорошо представить себе ее точное назначение и качественные показатели. Нельзя, например, конструировать просто приемник. Надо точно и конкретно установить: для приема каких станций он предназначен, в каких условиях будет работать, каким должно быть качество воспроизведения. Кроме того, при постройке приемника надо учитывать доступность изготовления конструкции, ее стоимость, количество и характер требуемых материалов и деталей и удобство обращения при эксплуатации.

Определив назначение конструкции, легко установить большинство ее технических параметров, или, как говорят, качественных показателей. Например, параметрами приемника будут: избирательность, чувствительность, выходная мощность, частотная характеристика, потребляемая мощность и т. д.

Для большинства радиоустройств существуют государственные общесоюзные стандарты, излагающие требования к различным классам качества аппаратуры, их надо придерживаться и при самодельном изготовлении конструкций. Эти требования носят совершенно определенный характер и выражаются определенными цифровыми значениями. Так, всем известный массовый приемник 4-го класса «Москвич» имеет чувствительность 300 *мкв* и выходную мощность 0,5 *вт*. А приемник 2-го класса «Рига» обладает чувствительностью в 50 *мкв* и мощностью на выходе в 4 *вт*. В любительских условиях при постройке радиоконструкций учитываются чаще всего такие показатели: выходная мощность, чувствительность, потребляемая мощность и частотная характеристика.

Очень важно решить, какими наиболее доступными средствами можно добиться выполнения установленных качественных показателей. Для этого надо хорошо знать основные показатели и электрические параметры радиодеталей и ламп и правильно использовать их. Конструкция должна содержать минимум радиоламп, простые узлы и детали и строиться из малодефицитных материалов. При этом часто приходится обращаться к простейшим математическим расчетам, к различным таблицам, характеристикам, номограммам и т. д.

Так накапливаются основные предпосылки для составления блок-схемы конструкции. На основе блок-схемы (в нескольких вариантах) составляется принципиальная схема с применением различных ламп и деталей. Схемы обсуждают в кружке и выбирают лучшую из них.

Теперь необходимо провести расчет основных узлов и деталей выбранной схемы. Следует правильно подобрать режим ламп, источников питания, точно установить электрическую величину каждой детали, напряжения на электродах лампы, параметры ламп при данном режиме и произвести проверку основных качественных показателей конструкции. Бывает так, что рассчитанная таким образом конструкция не будет

удовлетворять требованиям чувствительности, мощности или экономичности. Тогда меняют лампы или их режим и снова производят поверочный расчет.

Выбор деталей и их проверка. Правильно подобрать детали приемника не так просто, как это кажется на первый взгляд. Для этого надо хорошо знать назначение каждой детали, ее технические данные, ясно представлять, каким требованиям она должна отвечать в схеме, где ее предполагается использовать.

Среди большого количества разнообразных радиодеталей в электрических цепях конструкции чаще всего применяются постоянные сопротивления и конденсаторы постоянной емкости самых различных величин.

В обычной любительской аппаратуре используются главным образом сопротивления типа ТО (тонкопленочные опрессованные) и ВС (высокостабильные), применяемые в различных цепях постоянного тока низкой и высокой частоты.

Величина сопротивлений и их рассеиваемая мощность могут быть следующими (см. таблицу на странице 216.)

Из таблицы видно, что величина сопротивления может быть взята с большим допуском (иногда до 20%) против указанной на схеме, поэтому особо точного подбора этих деталей добиваться не следует.

Выбор сопротивлений по мощности важен в тех случаях, когда по сопротивлению проходит большой ток (например, в цепях катода).

Постоянные конденсаторы различаются по величине емкости и по типу. Наиболее употребительными конденсаторами малой емкости являются конденсаторы типа КСО (конденсатор слюдяной опрессованный) и типа КТК (конденсатор трубчатый керамический). Они предназначаются для использования в цепях высокой частоты, главным образом в качестве контурных, разделительных, блокировочных и сеточных конденсаторов при рабочих напряжениях до 500 *в*.

Конденсаторы большой емкости чаще бывают бумажными — типа КБГ (бумажный герметизированный) в керамическом или металлическом корпусе и электролитическими — типа КЭ. В различных участках схемы конденсаторы могут иметь следующие данные (см. таблицу на стр. 216).

Таким образом, конденсаторы, так же как и сопротивления, допускают отклонения от номинальной величины.

Из других деталей часто приходится подбирать контурные катушки и трансформаторы. Первые из них в значительной степени определяют качество работы приемника, особенно его избирательность и чувствительность по высокой частоте, поэтому на конструкцию контурных катушек следует обращать весьма серьезное внимание. Качество катушки зависит от марки применяемого провода, от материала и обработки каркаса, от применения ферромагнитных материалов.

Самое высокое качество имеют контурные катушки, намотанные проволокой литцендрат на полистирольных каркасах и установленные в сердечниках горшечного типа. Такие катушки особенно пригодны для походных батарейных приемников и приемников с малым количеством ламп. Обычные любительские катушки с применением проволоки типа ПЭЛ и простых необработанных каркасов имеют очень низкое качество; использование их, особенно в простых конструкциях, очень нежелательно.

Силовые трансформаторы выбираются или изготовляются в соответствии с применяемыми лампами и рассчитываются на потребляемую от них мощность. Выходные трансформаторы подбираются в зависимости от типа оконечной лампы и сопротивления звуковой катушки громкоговорителя. Особенно хороши трансформаторы с сердечниками из тонких пермаллойевых пластин.

Данные некоторых трансформаторов помещены в справочном отделе.

Прежде чем поставить какую-нибудь деталь в конструкцию, надо убедиться в ее исправности. Простое испытание большинства деталей в основном сводится к проверке их изоляции, проводимости и измерению величины. Распространенным пробником для проверки деталей является измерительный прибор с батарейкой. На рисунке 6 показано использование такого пробника.

Добавочное сопротивление для прибора может быть рассчитано по формуле $R_0 = \frac{u}{I}$, где R_0 — сопротивление в килоомах, u—напряжение батарейки в вольтах, а I — сила тока в миллиамперах, при которой стрелка прибора отклоняется до конца шкалы.

С помощью такого пробника можно не только установить целостность детали, но и определить примерную величину ее сопротивления постоянному току.

Величины сопротивлений и их рассеиваемая мощность

	Величина	Мощность	Допуск
1. Сопротивления в сеточных цепях ламп (утечка сетки)	0,5—2 *мгом*	0,25 *вт*	20%
2. Сопротивления в анодных цепях ламп (анодная нагрузка)	0,1—0,3 *мгом*	0,5 *вт*	10%
3. Сопротивления в цепи экранирующих сеток:			
а) для высокочастотных ламп . .	30—100 т. *ом*	0,5 *вт*	20%
б) для низкочастотных ламп . . .	0,3—1,5 *мгом*	0,25 *вт*	20%
4. Сопротивления в цепи катода ламп (сопротивлен. смещения):			
а) для высокочастотных ламп . .	150—300 *ом*	0,5 *вт*	5%
б) для низкочастотных ламп . . .	1—5 т. *ом*	0,25 *вт*	5%
в) для оконечных ламп	200—500 *ом*	1—2 *вт*	5%
5. Сопротивления развязки анодных цепей:			
а) для высокочастотных цепей . .	1—3 т. *ом*	0,5 *вт*	20%
б) для низкочастотных цепей . .	10—15 т. *ом*	0,25 *вт*	20%
6. Сопротивления развязки сеточных цепей:			
а) для высокочастотных цепей . .	0,5—1 *мгом*	0,25 *вт*	20%
б) для низкочастотных цепей . .	0,1—0,3 *мгом*	0,25 *вт*	20%

ПРИМЕЧАНИЕ. Нагрев сопротивления не должен более чем на 30°С превышать температуру окружающей среды.

Величины конденсаторов

	Величина	Напряжение	Класс точности или допуск отклонения
1. Конденсаторы разделительные (переходные):			
а) для высокочастотных цепей (типа КСО или КТК)	50—300 *пф*	500 *в*	10%
б) для низкочастотных цепей (типа КБГ)	5—50 т. *пф*	500 *в*	10%
2. Конденсаторы блокировочные:			
а) для развязки в высокочастотных цепях (типа КБГ)	0,5—0,1 *мкф*	500 *в*	20%
б) для развязки в низкочастотных цепях (типа КБГ)	0,5—5 *мкф*	500 *в*	20%
в) в цепях экранирующих сеток (типа КБГ)	5 т. *пф*—0,1 *мкф*	500 *в*	20%
г) в цепях катода высокочастотных ламп (типа КБГ и КСО) .	10 т.—50 т. *пф*	250 *в*	20%
д) в цепях катода низкочастотных ламп (типа КЭ)	10—15 *мкф*	20—50 *в*	20%
3. Конденсаторы фильтра выпрямителя (типа КЭ)	10—15 *мкф*	500 *в*	20%
4. Конденсаторы в цепях высокой частоты и контурные (типа КСО и КТК)	100—500 *пф*	500 *в*	5%

ПРИМЕЧАНИЕ. Все конденсаторы могут нормально работать при температуре окружающего воздуха до 50°С и при относительной влажности до 80%.

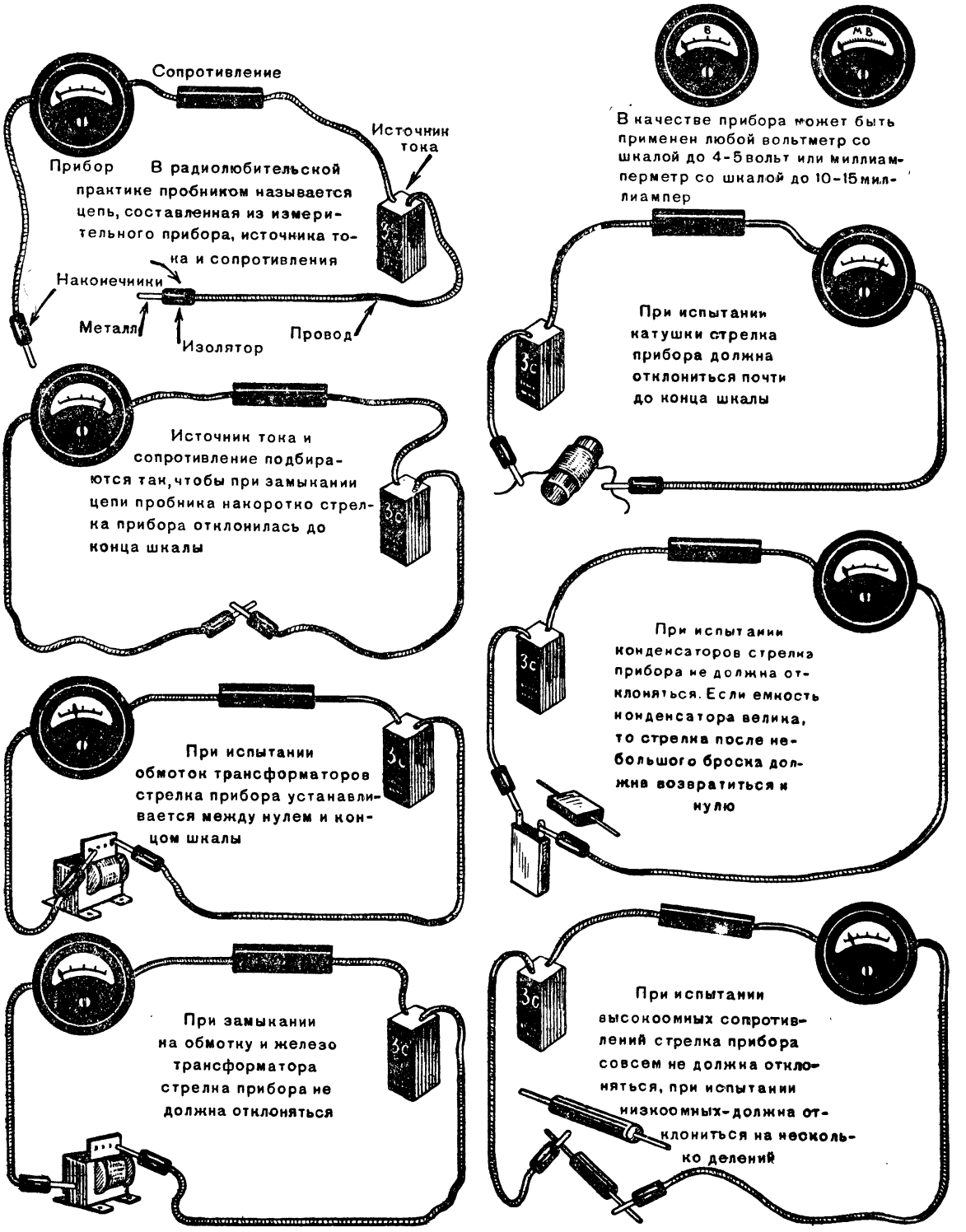


Рис. 6. Простейший пробник и его применение.

Этим способом можно определить величину сопротивления деталей в пределах от 0,01 до $100 \times R_o$, то-есть от нескольких десятков ом до нескольких десятков тысяч ом.

Проверка пробником занимает немного времени и в большинстве случаев дает достаточно правильное представление о пригодности детали.

Более точная проверка деталей и определение их величины могут быть произведены с помощью различных измерительных приборов: мостиков, тестеров, генераторов и т. д.

В разделе типовых конструкций дается описание малой измерительной лаборатории, с помощью приборов которой можно испытать детали с большой точностью.

Изготовление шасси и размещение деталей на нем. Когда для выбранной конструкции подобраны все детали, можно приступить к изготовлению шасси. Размеры его определяются количеством и габаритами деталей. Чтобы определить площадь шасси, нужно расположить детали на большом листе бумаги так, как они будут стоять в будущей конструкции, и стороны получившегося прямоугольника очертить.

Конструкция шасси может быть различной.

Детекторные приемники и простые ламповые конструкции часто собираются на деревянной панели или плоском листовом металле. Это наиболее простые шасси. Для их изготовления требуется немного материала, и сделать их легко. Такое шасси в большинстве случаев устанавливается вертикально в ящике, что позволяет очень удобно разместить все детали и ручки управления (см. рис. 26).

В качестве шасси используется также угловая панель (деревянная или металлическая), передняя часть которой может служить лицевой стороной ящика конструкции. Такое шасси удобно тем, что на его передней части (вертикальной) можно укрепить все детали с ручками управления и гнезда. Мелкие детали конструкции устанавливаются под горизонтальной панелью шасси, как говорят, в «подвале». Для изготовления угловых шасси требуется много материалов, и сделать их довольно трудно. Чаще всего эти шасси применяются для простейших ламповых приемников и в измерительной аппаратуре (см. рис. 25 и 39).

Коробчатые шасси могут изготовляться из дерева (фанеры) или металла. Конструкция фанерных коробчатых шасси представляет собой деревянный каркас, на котором сверху укрепляются две планки. Между планками оставляется пространство, используемое для крепления ламповых панелек. Это очень удобно, так как нет необходимости сверлить в шасси большие отверстия. Если шасси предназначено для многоламповой конструкции, его желательно оклеить станиолью или обить тонким металлическим листом.

Широкое распространение среди радиолюбителей получили коробчатые металлические шасси, конструкция которых (в разрезе) напоминает удлиненную букву «П». Металлические шасси изготовляются из листового алюминия толщиной 2—3 *мм*, дюраля 1,5—2,5 *мм* или железа толщиной до 2 *мм*. Об изготовлении такого шасси рассказывается в главе «Работа с металлами».

Коробчатые шасси позволяют удобно размещать все детали и ручки управления, но несколько сложны в изготовлении.

На готовом шасси устанавливаются детали конструкции. Все детали, применяемые в аппаратуре, можно разбить на три группы. К первой группе относятся основные детали. Это катушки индуктивности, трансформаторы, конденсаторы, сопротивления, радиолампы и т. д. Вторую группу составляют вспомогательные детали, например ламповые панели, гнезда, переключатели, а третью — крепежные. К этой группе относятся всевозможные скобы, винты, гайки, контактные лепестки, монтажные планки и т. д.

Основные и вспомогательные детали не могут быть расположены произвольно. Расположение их должно быть компактным и удобным для монтажа и настройки конструкции. Большинство деталей по возможности устанавливается так, чтобы их выводы можно было легко соединять.

Обычно детали группируют около своей лампы с таким расчетом, чтобы соединительные провода между ними были короткими. Особенно это надо учитывать в сеточных и анодных цепях высокочастотных ступеней конструкции. Перемешивать детали, относящиеся к одной ступени, с другими деталями нельзя.

Большое внимание следует уделить размещению деталей, относящихся к настройке приемника — сердечников в катушках и подстроечных конденсаторов. Желательно, чтобы подстройка их производилась с одной стороны.

Детали с ручками управления надо располагать так, чтобы ими удобно было управлять, а лампы — таким образом, чтобы их легко можно было заменять.

Некоторые правила размещения деталей на шасси показаны на рисунке 7.

Таким образом, размещение деталей в конструкциях — далеко не случайное дело и требует продуманного подхода. Желательно сначала расположить детали на бумаге и продумать, как пройдут при этом соединительные провода. Устанавливать детали на шасси следует в определенном порядке, соблюдая известную последовательность и подготовку деталей.

Иногда какая-нибудь деталь приемника располагается так, что доступ к ее отдельным контактам весьма затруднен (например, переключатели). В этом случае необходимо залудить или припаять все нужные соединительные провода к детали заранее, до того как она будет установлена на шасси.

Сначала на шасси укрепляются все плоские детали: ламповые панельки, гнезда и детали, до которых затруднен доступ. Затем устанавливаются детали с ручками управления, катушки, трансформаторы и т. д. Мелкие детали (сопротивления и конденсаторы) укрепляются по мере производства монтажа.

Крепление деталей может быть выполнено различными способами: винтами, заклепками, пистонами, специальными выступами, различными угольниками, хомутиками и клеем.

Наиболее простой и прочный способ крепления — крепление при помощи винтов. Такой способ удобен, так как дает возможность при необходимости легко заменить одну деталь другой, что важно для таких деталей, как катушки, трансформаторы, переключатели и т. д. Для надежного крепления под гайку на винт подкладываются пружинящие шайбы и контактные лепестки; иногда навинчивается вторая гайка (контргайка), а резьба и часть гайки скрепляются каплей густой краски или лака.

Крепление заклепками и пистонами меньше распространено в любительской аппаратуре. Оно применяется главным образом для закрепления небольших деталей вроде ламповых панелек и контактных лепестков, то-есть таких, которые не заменяются в процессе изготовления конструкции. Как делаются такие соединения, рассказывается в главе «Работа с металлами».

Часто детали к шасси крепятся с помощью клея БФ-2.

Этим способом можно укреплять любые детали: конденсаторы, катушки, отдельные проводники и мелкие детали.

Конструкция самодельных скобок, обжимок, хомутиков, угольников и других деталей показана на рисунке 8.

В радиолюбительской практике встречается крепление деталей и на амортизаторах. Такое крепление применяется в батарейных приемниках при установке ламповой панельки детекторной ступени, наиболее чувствительной ко всякого рода сотрясениям. В этом случае между шасси и панелькой прокладываются кусочки мягкой резины, а само отверстие для панельки делается несколько больше обычного. Хорошо амортизироваться должны также блок переменных конденсаторов и динамик, чтобы устранить влияние их друг на друга при работе. С этой же целью амортизируются шасси, если они устанавливаются в ящиках.

Монтаж. Монтаж конструкции начинается с момента укрепления деталей. Приступая к соединению деталей между собой, необходимо обстоятельно познакомиться с принципиальной схемой, а иногда отдельно вычертить и монтажную схему. Монтажные схемы рисуются главным образом для простейших конструкций или для отдельных наиболее сложных узлов, в которых от удачного расположения деталей зависит грамотность монтажа и взаимозаменяемость деталей при налаживании конструкции. После этого можно приступить к монтажу. В качестве соединительных проводов используется обычно одножильный медный изолированный провод диаметром от 0,5 до 1 *мм* или многожильный типа ММ, МРГ, МРГП, ПМВ, ПМОВ.

Соединения можно делать и голым проводом (луженым), если провода не имеют большой длины, а сам монтаж не очень густ. Иногда для изоляции проводов применяются гибкие кембриковые или хлорвиниловые трубки.

Продуманное размещение деталей является первой предпосылкой рационального монтажа. Особенно тщательно следует располагать ламповые панельки, так как произвольное их крепление всегда приводит к усложнению монтажа. Мелкие детали — конденсаторы и сопротивления — следует подключать непосредственно к соответствующим гнездам ламповых панелек

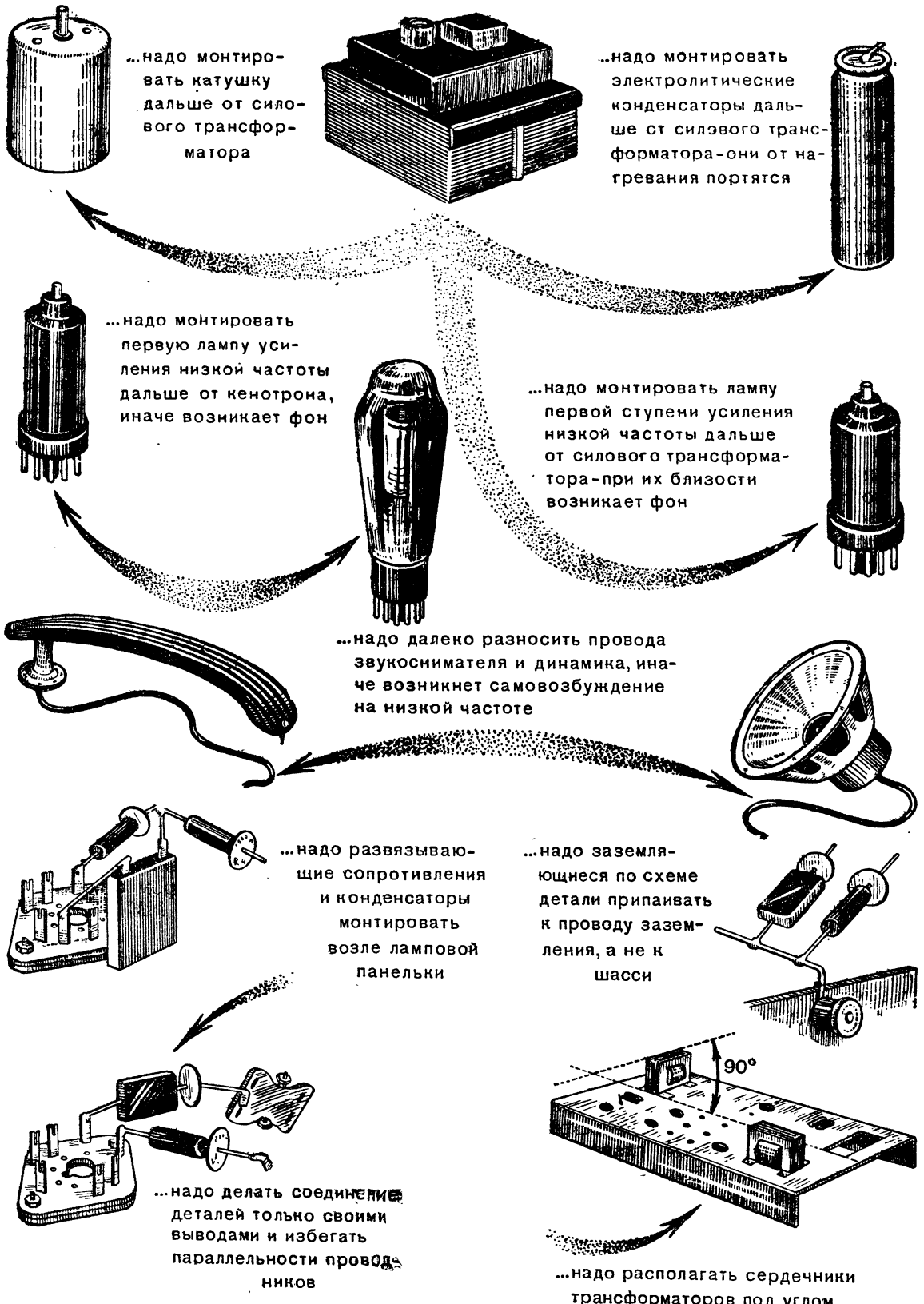


Рис. 7. Размещение деталей на шасси.

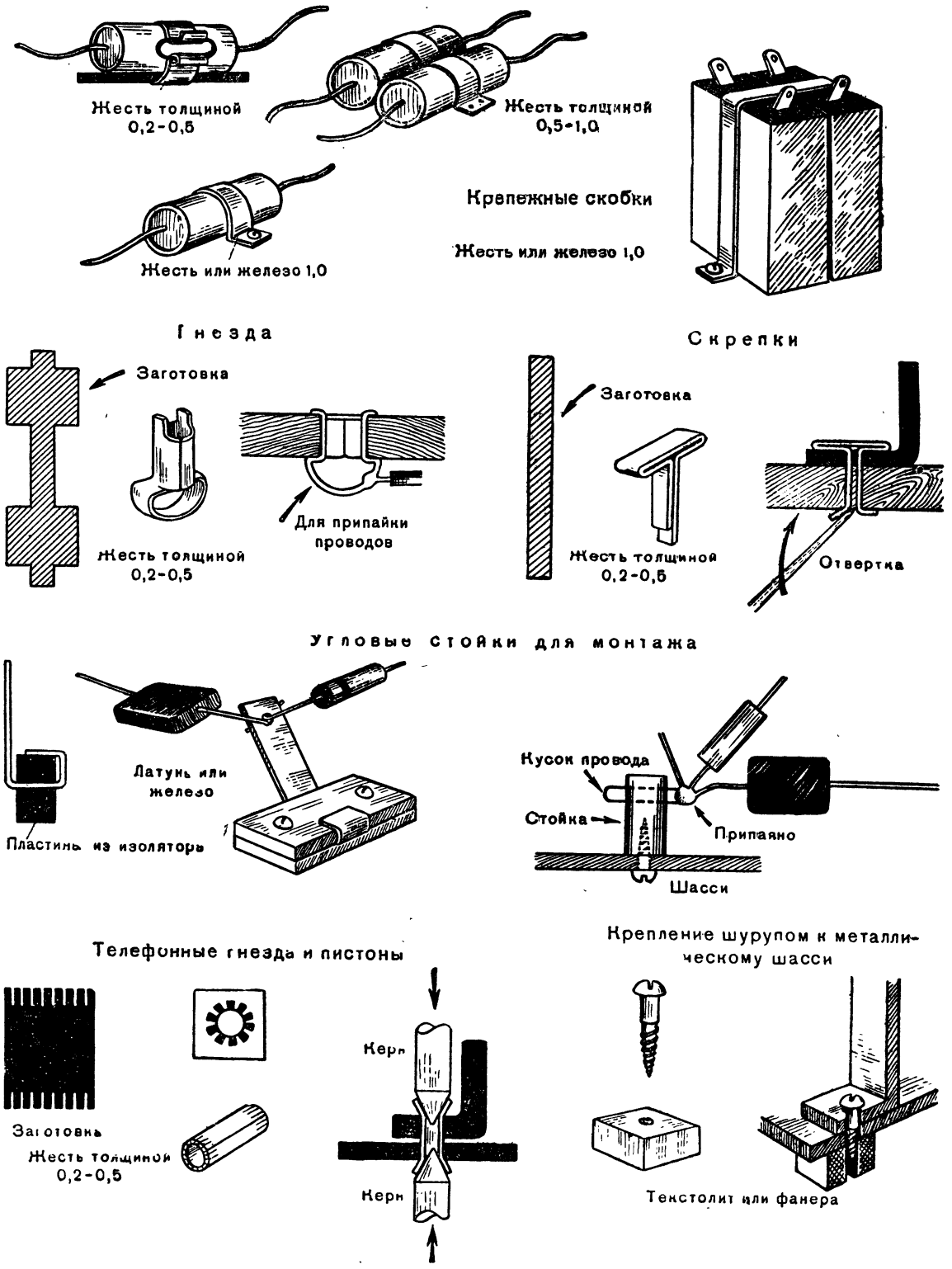


Рис. 8. Самодельные детали из жести и способы крепления деталей в монтаже.

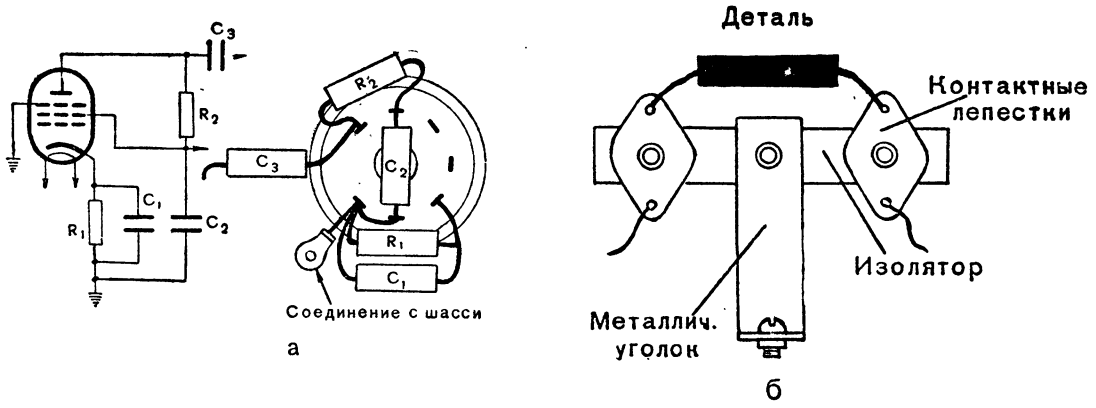


Рис. 9. Установка деталей в монтаже.

(рис. 9,*а*). При этом все свободные гнезда панелек используются как опорные точки монтажа, а в некоторых случаях на шасси или на отдельных изоляционных стоечках устанавливаются специальные контактные лепестки (рис. 9,*б*).

При большом числе монтируемых деталей часто применяются монтажные планки (рис. 10). Такие планки не только повышают прочность монтажа, сокращают длину соединительных проводов, но и дают возможность производить монтаж отдельными узлами. Следует внимательно продумывать расположение деталей на монтажной планке, сделав предварительно эскиз на бумаге. При этом необходимо добиться такого расположения деталей, при котором было бы занято минимальное количество штырьков и исключено взаимодействие деталей друг на друга (сеточных и анодных). На рисунке 11 показана часть принципиальной схемы и соответствующая ей монтажная планка с деталями.

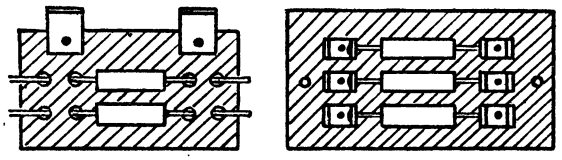


Рис. 10. Конструкции монтажных планок.

Монтажные планки в высокочастотных ступенях конструкции применять нельзя.

При монтаже конструкции надо стремиться к сокращению числа соединительных проводов, к соединению деталей только своими

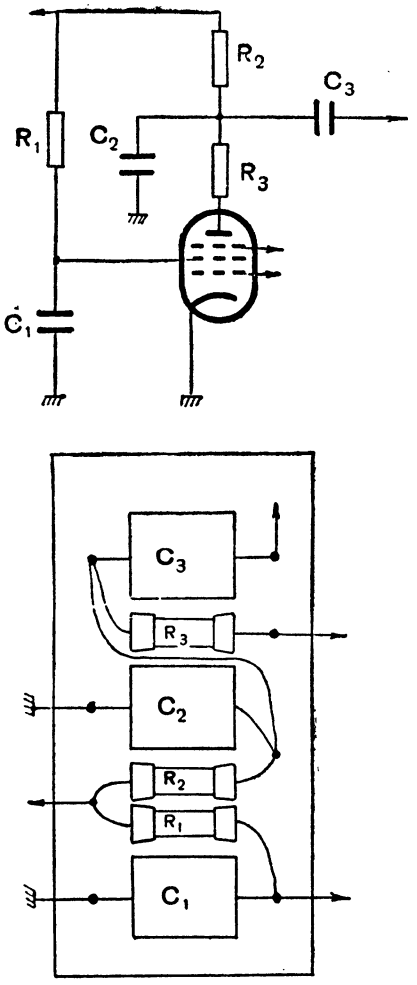


Рис. 11. Размещение деталей на монтажной планке.

выводами. Это в значительной степени уменьшит влияние на провода различных электрических и магнитных полей и позволит избежать в конструкции возбуждения. В тех случаях, когда все же приходится соединять детали монтажными проводами, их надо вести прямым путем, без изгибов в виде петель и углов. Устранения нежелательной связи между проводами можно добиться и путем прокладки этих проводов перпендикулярно друг к другу и применения специальных металлических чулков. С этой же целью провода одной цепи свивают наподобие шнура, например провода, идущие к динамику от выходного трансформатора, сетевой провод и провода питания накала и т. д.

Экранирование проводов производится тогда, когда вследствие особенностей конструкции нельзя добиться соединения деталей короткими проводами. Подлежат экранированию сеточные выводы, идущие к колпачкам ламп, провода от звукоснимателя, регулятора громкости и тона и т. д.

В качестве оболочки применяется готовый или самодельный металлический чулок, заделка концов которого показана на рисунке 12. Оболочку чулка заземляют (соединяют с шасси), иногда делая это в нескольких местах. Заземление чулка производят на пайке или специальной скобкой.

Большое значение имеет правильно выбранная последовательность монтажа. Монтаж следует начинать с пайки всех «заземленных» концов. Для этого надо использовать высечки на шасси, контактные лепестки или проложить общий соединительный провод-шинку, который припаивается к нескольким контактным лепесткам или высечкам на шасси.

Использовать же в качестве общего провода шасси нельзя, так как это может привести к появлению паразитных связей.

Затем укладывают экранированные проводники и провода цепей накала ламп. Цепь накала выполняется двумя переплетенными проводами, один из которых заземляется на шасси в нескольких точках.

Чтобы уменьшить сечение проводов цепей накала, в конструкциях с большим числом ламп концы от трансформатора присоединяют не в конце линии накала, а в середине. Это позволяет вдвое уменьшить падение напряжения в этих проводах.

Провода питания, включая и анодные, часто завязывают жгутом и укладывают на основании шасси.

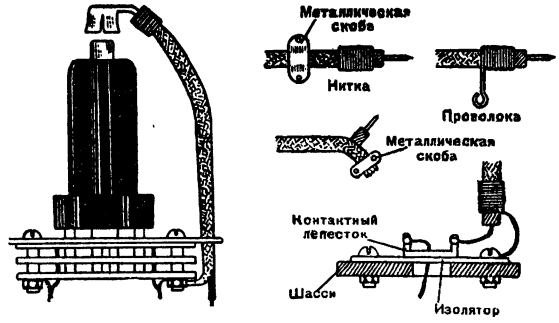


Рис. 12. Заделка концов металлического чулка.

Затем приступают к соединению остальных деталей прежде всего труднодоступных, после чего производится установка всех прочих деталей согласно схеме.

Когда монтаж конструкции закончен, его необходимо тщательно проверить. Проверку можно подразделить на механический контроль — внешний осмотр монтажа (его цель — обнаружить плохие контакты и пайки) — и на контроль правильности соединений по схеме.

Обе эти операции относятся к налаживанию и испытанию конструкции и рассматриваются далее.

Рассмотрим пример проектирования усилительной приставки к детекторному приемнику «Комсомолец». Приемник с такой приставкой должен давать громкоговорящий прием всех ближайших радиостанций. Основными качественными показателями приставки будут: полезное усиление сигнала, выходная мощность и потребляемая мощность от источников питания. Эти показатели и определяют выбор блок-схемы приставки. Приставка может проектироваться на одной и на двух лампах. Для однолампового усилителя чаще всего применяется двойная лампа, например 1Б1П. Диодная часть этой лампы используется для выпрямления принимаемых высокочастотных колебаний вместо кристаллического детектора, а пентодная часть ее — для усиления низкочастотных колебаний после детектирования.

Одна из положительных сторон однолампового усилителя — его экономичность в расходовании питания от батарей. Действительно, накал лампы 1Б1П потребляет ток всего в 60 *ма*, а анодный ток ее равен 0,5 *ма*. Трудно подобрать другую более экономичную лампу. Однако усилитель на этой

лампе имеет существенный недостаток: усиление и мощность его недостаточны для работы громкоговорителя типа «Рекорд». Поэтому с такой приставкой громкоговорящий радиоприем будут давать только мощные местные станции. Добавление же в конструкцию еще одной лампы обязательно приведет к увеличению потребляемого тока от батарей. Следовательно, надо так выбрать вторую лампу, чтобы общий потребляемый ток не очень сильно возрастал.

Из существующих пальчиковых батарейных ламп две могут быть использованы в приставке — это лампы типа 1К1П и 2П1П.

Первая из них при напряжении накала в 1,2 *в* потребляет ток 60 *ма*, вторая — 120 *ма*. Анодный ток лампы 1К1П равен 1,8 *ма*, а в лампе 2П1П он превышает 5 *ма*. Поэтому первая лампа (1К1П) более экономична. Однако эта лампа имеет сравнительно небольшую выходную мощность и при малочувствительном громкоговорителе, каким является «Рекорд», не может обеспечить необходимой громкости радиоприема. Громкость звучания любого радиоустройства характеризуется так называемым звуковым давлением. Речь идет о давлении, которое оказывают колеблющиеся частицы воздуха на барабанную перепонку нашего уха. Для измерения звукового давления применяется специальная единица — бар.

Так, например, батарейный приемник «Тула» дает звуковое давление, измеренное на расстоянии 1 *м* от приемника, в 1,5 *бар* при мощности на выходе в 70 *мвт*. Громкость работы приемника с таким звуковым давлением вполне достаточна для обслуживания комнаты средних размеров.

Наша приставка должна иметь примерно такие же показатели, следовательно, необходимо выбрать более мощную вторую лампу. Такой лампой является пентод 2П1П. Двухламповая приставка будет потреблять от батарей значительно больше мощности, чем потребляет одноламповый усилитель.

Не трудно подсчитать, что мощность, потребляемая от батарей, в цепи накала составит 180 *мвт*, а в цепи анода — 35 *мвт*. Таким образом, одни и те же источники питания могут обеспечивать нормальную работу приставки в течение 3—4 месяцев при ее работе в среднем по 3—4 часа в день. Чтобы продлить использование батарей, нити накала ламп соединяют последовательно и питают от двух элементов с общим напряжением в 3 *в*. В приставке же в цепи накала второй лампы можно установить переключатель, которым закорачивают одну половину нити накала, когда батарея заметно сядет и громкость приема начнет падать. Это увеличит глубину разряда накальной батареи и тем самым позволит лучше использовать ее емкость.

Иногда в подобных конструкциях применяют однотипные лампы, с тем чтобы одна запасная лампа могла заменить лампу, выбывшую из строя.

Учитывая это, в схеме приставки можно применить две лампы типа 1К1П. Но заметим, что в этом случае выходная мощность приставки будет несколько меньшей при лучшей экономичности и меньшем потреблении тока от батарей.

Составив блок-схему, выбрав лампы и зная их параметры, нетрудно составить принципиальную схему и установить размеры всех деталей.

Следует заметить, что составление усилительных схем облегчается наличием типовых принципиальных схем сетевых и батарейных усилителей и поэтому не вызывает большого труда у юного радиоконструктора. На рисунке 13 показана обычная схема двухлампового усилителя на выбранных лампах.

Первая лампа 1К1П выполняет роль сеточного детектора и предварительного усилителя низкой частоты. Сопротивление R является утечкой сетки первой лампы. Вместе с сеточным конденсатором C_1 и лампой оно входит в число деталей сеточного детектора.

В анодной цепи лампы включено сопротивление нагрузки R_2.

Усиленное первой лампой напряжение низкой частоты снимается с сопротивления нагрузки и подается через разделительный конденсатор C_3 на сетку второй лампы. Сопротивление R_3 уменьшает напряжение на экранирующей сетке первой лампы. При низком анодном напряжении (до 45 *в*) эту сетку можно присоединять прямо к плюсу высокого напряжения. В этом случае необходимость в блокировочном конденсаторе C_2 отпадает.

В сеточной цепи второй лампы последовательно с сопротивлением утечки сетки R_4 включено сопротивление смещения R_5. Сеточное напряжение, образуемое на этом сопротивлении, подается на сетку второй лампы; это уменьшает возможные искажения звука при усилении и делает усилитель более экономичным.

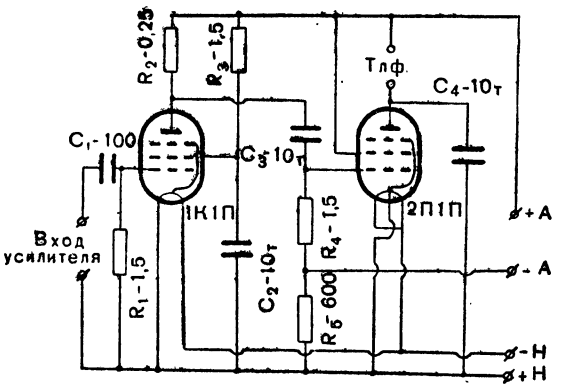


Рис. 13. Принципиальная схема двухлампового усилителя.

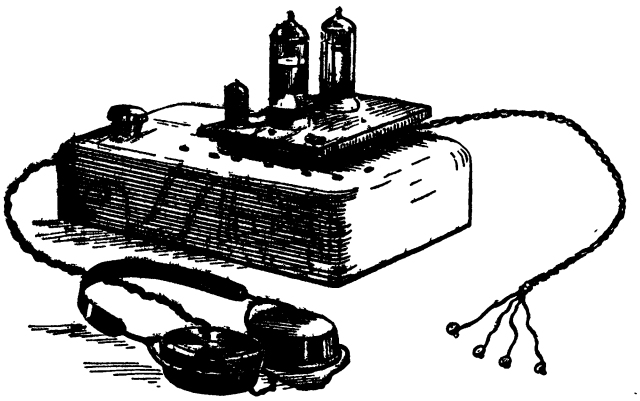


Рис. 14. Общий вид усилительной приставки с детекторным приемником.

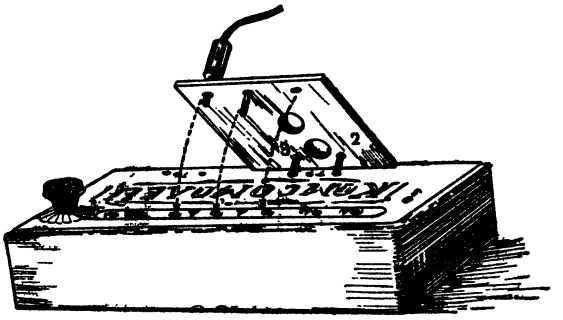


Рис. 15. Установка монтажной панельки на приемнике.

В анодную цепь последней лампы включается громкоговоритель.

Любую деталь принципиальной схемы легко подсчитать, пользуясь основными законами и формулами электрорадиотехники.

Перед тем как приступить к составлению монтажной схемы, необходимо хорошо представить конструкцию приставки.

Часто подобная приставка делается отдельно от приемника, это приводит к удлинению соединительных проводников (в том числе сеточных и анодных) и может явиться причиной возбуждения усилителя при работе.

Другим возможным вариантом является сборка усилителя в самом детекторном приемнике. Такое решение тоже не может считаться удовлетворительным, так как связано со сверлением в бакелитовом ящике приемника отверстий для ламповых панелек, что требует крайне аккуратной работы и изменения всего монтажа приемника.

Предлагаемая приставка имеет иное конструктивное решение. Приставка собирается на небольшой плоской панельке и крепится на верхней панели приемника с помощью трех штепсельных ножек (рис. 14).

Двумя ножками, *2* и *3*, приставка вставляется в одну пару гнезд для телефонов в приемнике, а одной штепсельной ножкой *1* — в среднее гнездо для детектора (рис. 15).

На панельке приставки сделаны еще два гнезда, которые служат для связи входа приставки с приемником. Эта связь осуществляется с помощью передвижного одинарного штекера *4*.

Радиослушатели знают, что при приеме радиостанций на приемнике «Комсомолец» необходимо переставлять детектор из одних гнезд в другие. Если же применить приставку, то вместо детектора переключение при радиоприеме осуществляется штекером *4*. Штекер соединяет вход приставки с приемником.

Штепсельная ножка *1* никаких соединений не имеет; она служит только для крепления приставки на приемнике. А через штепсельные ножки *2* и *3* усиленные колебания после приставки должны поступать в громкоговоритель. Применение подобной конструкции привело к необходимости изменить несколько принципиальную схему приставки (рис. 16).

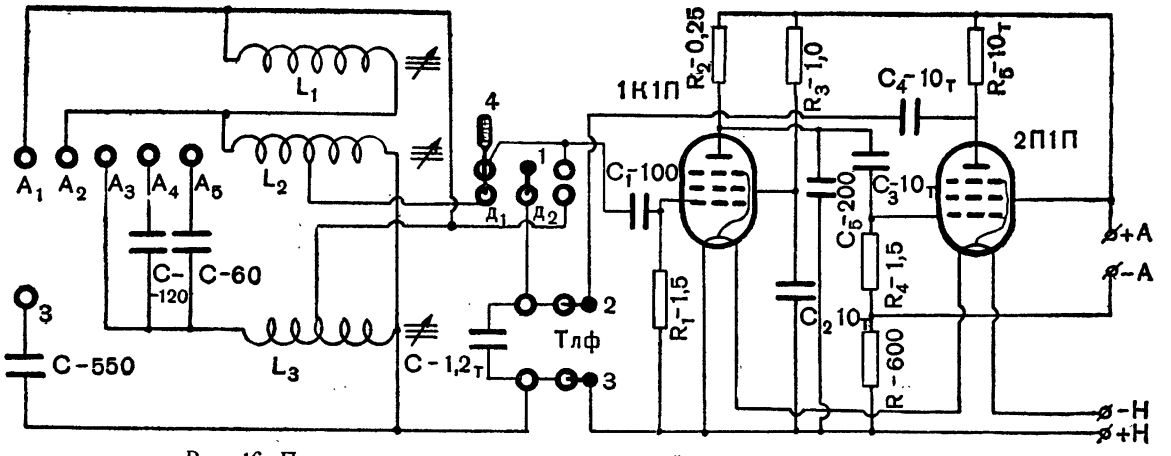


Рис. 16. Принципиальная схема усилительной приставки с приемником.

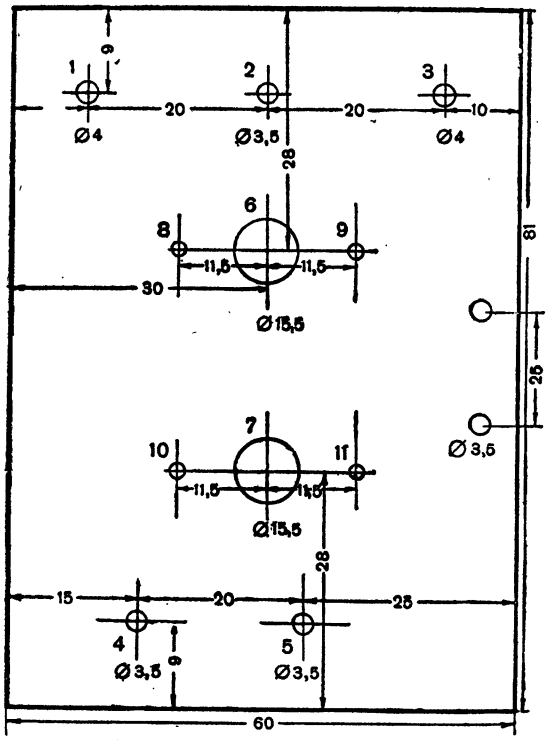


Рис. 17. Разметка монтажной панельки.

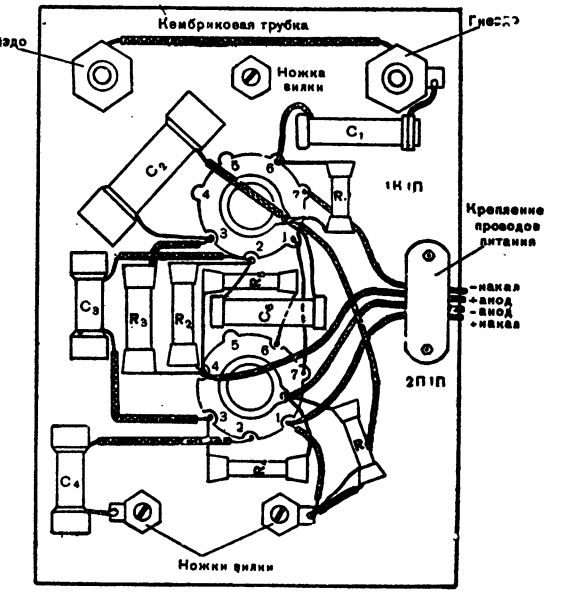


Рис. 18. Монтаж усилительной приставки.

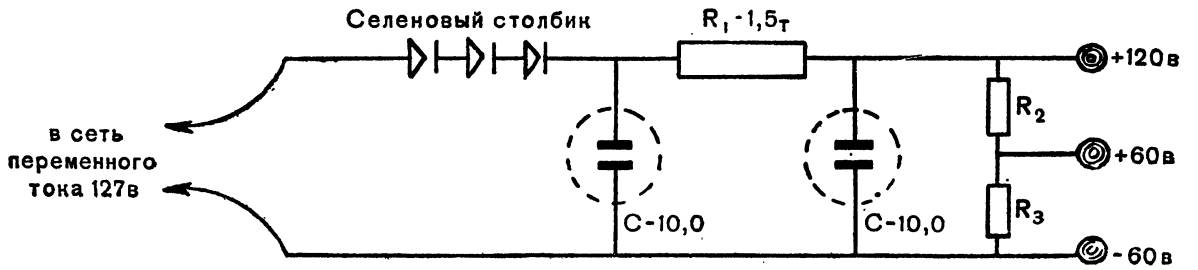


Рис. 19. Принципиальная схема выпрямителя к приставке.

Громкоговоритель по этой схеме включается между общим (заземленным) проводом и анодом последней лампы, через разделительный конденсатор C_4. Это позволяет использовать без каких-либо перепаек вторую пару гнезд «ТЛФ» для громкоговорителя в детекторном приемнике.

Затем изготовляют панельку для приставки. Ее размеры указаны на рисунке 17. На ней размещают все детали.

При выборе деталей для приставки следует обращать внимание на их габариты. Лучше всего здесь подойдут малогабаритные сопротивления и конденсаторы. Однако это не должно делаться за счет качества конденсаторов или допустимой мощности рассеивания сопротивлений.

Выбранные детали надо проверить пробником или на приборах.

Монтаж приставки несложен. Если гнезда панелек будут правильно расположены, то все детали на монтажной панельке укладываются очень свободно и соединяются короткими соединительными проводниками.

Монтажная схема приставки изображена на рисунке 18.

Собранную приставку следует испытать и наладить.

Для ее испытания можно взять любой из детекторных приемников. Приставка вставляется в соответствующие гнезда (рис. 15). К ней подводится питание от источников тока и подключается громкоговоритель. Питание приставки удобно осуществить от специально выпущенных батарей для приемника «Тула». Каждая такая батарея состоит из двух элементов типа ЗСЛ-30, соединенных последовательно, и батареи типа БАС-Г-60, помещенных в один общий футляр.

Концы от этих батарей присоединены к восьмиштырьковой панельке, расположенной наверху батареи. Поэтому соединение батареи с приставкой хорошо производить с помощью фишки, в которой заделываются концы проводников питания приставки.

Теперь приемник можно настроить на какую-нибудь радиостанцию. Мощные местные радиостанции дают с приставкой громкоговорящий прием даже при приеме на комнатную антенну. Там, где есть электрический ток, вместо батареи анода лучше применять простейший бестрансформаторный выпрямитель с применением селенового столбика. Схема его показана на рисунке 19.

Испытание и налаживание радиоконструкций. Налаживание радиоконструкций ведется в определенной последовательности. Несоблюдение этой последовательности приводит к излишней затрате времени и труда. Налаживание радиоконструкций можно значительно облегчить, если все детали, из которых собирается конструкция, предварительно проверить перед сборкой. Первой операцией по налаживанию конструкций является проверка монтажа по принципиальной схеме.

Проверка монтажа начинается с внешнего осмотра всех деталей, соединений, паек и контактов. Часто осмотр совмещают с проверкой монтажа при помощи омметра. При этом показания прибора в различных цепях сверяются с величинами сопротивлений этих цепей, указанными на схеме. Так, например, при проверке таким способом анодной цепи первой лампы описанной ранее приставки омметр, присоединенный между гнездом анода лампы на панельке и положительным выводом высокого напряжения, должен показать сопротивление в 250 т. *ом* ($\pm$ 20%).

Проверку монтажа нужно вести последовательно, цепь за цепью, начав ее с цепей питания. Для этого, подсоединив один из концов омметра к положительному выводу для высокого напряжения, второй конец омметра присоединяют сначала к гнездам анодов ламп, а затем к гнездам экранирующих сеток. Показания омметра при этом не будут одинаковыми, так как в цепях стоят различные по величине сопротивления. Так проверяются все анодные цепи и цепи экранирующих сеток приставки.

Затем проверяют, не замыкается ли какая-нибудь из этих цепей на землю. Для этого один из концов омметра присоединяется к общему проводу (заземленному), а второй — поочередно к анодным и экранирующим гнездам ламп. При исправных деталях и правильном монтаже омметр будет показывать бесконечно большое сопротивление.

В радиотехнике существует очень хороший метод проверки монтажа по так называемой карте сопротивлений. При этом способе перед проверкой составляется специальная карта, в которой пишутся величины сопротивлений в различных цепях радиоустройства, показываемые омметром относительно шасси.

Для приставки можно было бы составить следующую таблицу:

Как присоединяется прибор	Показания прибора
Первая лампа	
Гнездо накала 1 — шасси	0 *ом*
„ „ 2 „	бесконечность
„ управляющей сетки . . .	1,5 *мгом*
„ экранной сетки	бесконечность
„ анода „	бесконечность
„ анода—гнездо экран. сетки	1,25 *мгом*
Вторая лампа	
Гнездо накала 1 — шасси	бесконечность
„ „ 2 „	бесконечность
„ управляющей сетки . . .	1,5*мгом*+600*ом*
„ экранир. сетки	бесконечность
„ анода „	бесконечность
„ анода—гнездо экр. сетки	10 *мгом*

Обычно после проверки монтажа по карте сопротивлений можно уверенно вставлять лампы, подключать к конструкции источники питания и приступать к налаживанию.

При работе конструкции с питанием от батарей, например в приставке, особенно тщательно следует проверять цепи накала, чтобы на них не попадало по ошибке анодное напряжение. Для этого в гнезда накала (вместо ламп) включается вольтметр и к приставке присоединяется батарея накала. Вольтметр покажет ее напряжение.

Затем эта же батарея накала подключается к зажимам для анодной батареи (вместо последней), но стрелка вольтметра не должна отклоняться. Если вольтметр дает какие-либо показания, в монтаже допущена ошибка.

Следующей стадией испытания конструкции является проверка режима работы радиоламп. Она производится с помощью высокоомного вольтметра. Это объясняется тем, что в цепях электродов ламп включены высокоомные сопротивления. Если сопротивление вольтметра будет меньше сопротивления того участка, на котором производится измерение, то режим ламп при подключении вольтметра резко нарушится и прибор покажет заниженные напряжения. Чтобы показания вольтметра при измерении соответствовали действительной величине напряжения в рабочих условиях, нужно, чтобы сопротивление вольтметра было значительно больше (не менее чем в 10 раз) сопротивления участка цепи, на котором производится измерение. Поэтому в качестве таких вольтметров используют приборы с сопротивлением не ниже 5 т. *ом* на вольт, например приборы ТТ-1 или ТТ-3. Следует учитывать, что высокоомности вольтметра нельзя добиться путем присоединения к нему добавочного сопротивления.

В разделе типовых конструкций дается описание простых высокоомных вольтметров на оптических индикаторах, которые вполне пригодны для всех измерений.

Проверку режима ламп начинают с источников питания. В примере с приставкой — с батарей, напряжение которых измеряют под нагрузкой, то-есть при включенной приставке. Если показания прибора отличаются от нормальных напряжений не более чем на 10%, то источники питания считаются пригодными.

Затем, предварительно проверив сами лампы, проверяют их режим, добиваясь для конструкции таких показаний вольтметра, которые даются в справочниках. Как измерять режим ламп, показано на рисунке 20.

Самая резкая разница между измеренными и действительными величинами напряжения (при применении даже тестера ТТ-1) получается в сеточных цепях, где сопротивления утечки сетки достигают нескольких сот тысяч ом.

В любительской практике напряжения в этих цепях приходится измерять до сопро-

Рис. 20. Измерение режима ламп в радиоконструкциях.

тивления утечки, на концах, идущих непосредственно к источнику смещения. Недостаток этого способа измерения тот, что приходится допускать исправность сеточной цепи и сопротивления утечки, что иногда не соответствует действительности. Следует заметить, что при плохом качестве разделительного конденсатора напряжение на сетке лампы может резко изменить свое значение. Поэтому о качестве конденсатора надо позаботиться заранее.

Измеренные напряжения дают возможность судить о правильности режима работы ламп.

Но в некоторых случаях этим ограничиваться нельзя и приходится дополнительно измерять ток в цепи анода и экранирующих сеток, особенно в выходных лампах. Например, одной из причин малой мощности на выходе конструкции является пониженная эмиссия катода, приводящая к уменьшению анодного тока. Напряжение на аноде лампы в этом случае делается несколько выше нормального, и создается впечатление, что в конструкции все обстоит благополучно.

Поэтому очень важно проверить анодный ток каждой лампы. Неудобством измерения тока является то, что приходится разрывать анодную цепь для включения в нее прибора.

Измерение тока можно произвести и косвенным путем, присоединяя вольтметр к тому сопротивлению, в цепи которого определяется ток.

Так, чтобы измерить ток в цепи анода второй лампы приставки, надо вольтметр присоединить к сопротивлению R_5.

Значение тока (в ма) получаем по формуле: $I = \frac{U_n}{R}$, где: U_n — показания прибора в вольтах, а R — значение сопротивления в данной цепи в килоомах.

Проверив режим ламп и изменив его в случае необходимости, приступают к поступенной проверке конструкции.

Задача поступенной проверки конструкции — тщательно отработать каждую ступень, чтобы работу всей конструкции сделать высококачественной. Поступенную проверку производят и в тех случаях, когда конструкция не работает или работает плохо.

Налаживание и испытание радиоаппаратуры — большой и серьезный раздел в работе радиокружка. Здесь многое зависит от личного опыта руководителя.

В приложениях к сборнику дается литература, которая рекомендуется руководителю и кружковцам по этому вопросу.

РАДИОКОНСТРУКЦИИ ДЛЯ ЮНЫХ РАДИОЛЮБИТЕЛЕЙ

Творчество юных радиолюбителей очень разнообразно. В кружках они строят детекторные и простейшие ламповые приемники, школьные радиоусилители и оборудование для радиоузла, автоматические устройства и измерительную аппаратуру и т. д.

Спроектировав свою будущую конструкцию и затем сделав ее, юные радиолюбители с нетерпением ждут той минуты, когда построенная модель начинает проявлять первые признаки «жизни».

И вот эта минута наступает. Окрыленные первыми успехами, юные радиолюбители часто берутся за постройку очень сложных радиоконструкций. В мечтах вырастают двенадцатиламповые суперы, радиолы-комбайны, универсальные измерительные приборы. Однако первые же неудачи по постройке этих конструкций убеждают кружковцев в неправильности выбранного пути.

Долг каждого руководителя кружка правильно и своевременно подсказать юному мастеру интересную практическую работу, заинтересовать его менее сложными, но более полезными для него радиоконструкциями. Ведь любое, даже самое простое радиоустройство может иметь много интересных конструктивных узлов и деталей.

Возьмем для примера массовый промышленный батарейный приемник «Тула», широко распространенный в сельской местности. Казалось бы, что можно придумать нового в простом двухламповом приемнике. Однако стоит посмотреть внимательнее на схему и конструкцию этого приемника, как мнение это меняется. Новая система настройки колебательного контура с помощью магнетитового сердечника, новая оригинальная система регулировки громкости и обратной связи, чрезвычайно простая конструкция всех деталей и технических узлов и хорошее качество работы — все это должно привлечь внимание юного радиоконструктора. Уметь находить даже в простой конструкции новое оригинальное решение — вот качество, которое должен воспитывать руководитель у кружковцев. Описанные в этой главе радиоконструкции имеют целью

помочь руководителю в работе с кружковцами.

Первые две из них, одноламповый усилитель и походный приемник, можно рекомендовать для начинающих юных радиолюбителей, занимающихся в кружке первый год; двухламповый приемник, УКВ приставки, школьный радиоусилитель и автоматические приборы — для второго года занятий, а «малая измерительная лаборатория» — для кружков третьего года занятий.

ПРОСТЕЙШИЙ УСИЛИТЕЛЬ ДЛЯ ГРАММЗАПИСИ

Советская радиопромышленность выпускает большое количество радиоламп, имеющих весьма хорошие характеристики (параметры).

К числу таких ламп принадлежит и лампа 6П9, которая положена в основу данной конструкции. Характерной особенностью телевизионного пентода 6П9 является высокая крутизна сеточной характеристики *(S)*, которая в первую очередь определяет качество лампы. Она показывает, на сколько миллиампер изменяется анодный ток лампы при изменении напряжения на управляющей сетке на 1 *в*. У лампы 6П9 она равна 11 *ма/в* — это очень большая крутизна.

Если на сетку лампы 6П9 подать даже очень слабые колебания (например, от звукоснимателя), то лампой они будут усилены во много десятков раз, а мощность их будет достаточна для работы динамического громкоговорителя. Лампа 6П9 — телевизионная, но в последнее время она находит широкое применение и в другой аппаратуре.

Здесь описывается усилитель низкой частоты для проигрывания граммпластинок, который можно использовать на уроке по литературе, пению или на вечере отдыха в отряде.

Внешний вид усилителя показан на рисунке 21. Его размеры определяются главным образом габаритами пластинки, мотора и динамика. Сам по себе усилитель имеет очень небольшие размеры.

Усилитель работает от сети переменного тока 127—220 *в* и потребляет мощность (включая мотор) 50 *вт*. Принципиальная схема усилителя показана на рисунке 22. В усилителе работают две лампы: 6П9 и 6Ц5С. Вторая лампа — 6Ц5С — легко может быть заменена селеновым столбиком. В этом случае в усилителе остается одна лампа 6П9.

На управляющую сетку этой лампы подаются колебания от пьезоэлектрического звукоснимателя. Переменное сопротивление R_1, стоящее в этой цепи, является регулятором громкости. В анодной цепи лампы включен выходной трансформатор, ко вторичной обмотке которого присоединен громкоговоритель.

Выходная мощность усилителя около 1,5 *вт*.

Величина всех деталей усилителя указана на схеме. Сопротивления R_2 и R_3 имеют мощность 2 *вт*.

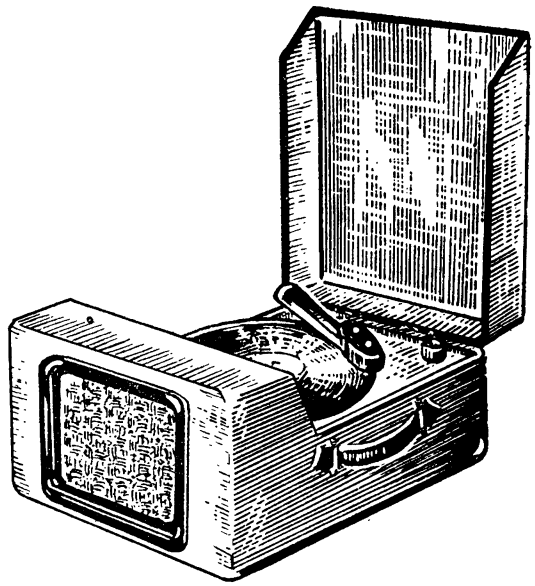


Рис. 21. Переносный усилитель.

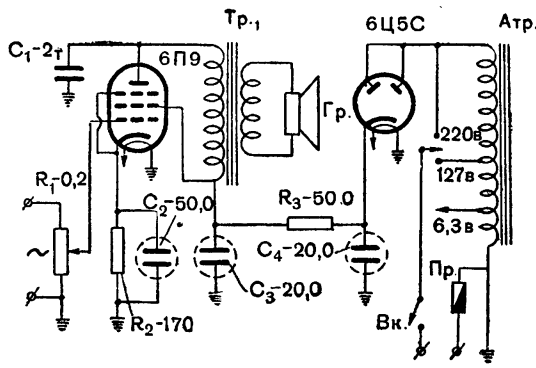


Рис. 22. Принципиальная схема переносного усилителя.

Конденсаторы C_2, C_3 и C_4 — электролитические. Рабочее напряжение первого из них равно 20 *в*, а двух других — 300 *в*. $R_3 = 500$ *ом*.

Силовой автотрансформатор можно применить готовый от приемников «Москвич» или «АРЗ-49» или сделать самим. Он имеет сердечник сечением 5—6 *см*². Обмотка для накала имеет 44 витка провода ПЭ-0,9, обмотка на 127 *в*—790 витков провода ПЭ 0,25 и на 220 *в*—700 витков провода ПЭ-0,2.

Выходной трансформатор лучше сделать самим.

Для динамика 1-ГДМ-1,5 с трехомной звуковой катушкой выходной трансформатор должен иметь следующие данные: сердечник собирается из железа Ш-20, толщина пакета 20 *мм*, первичная обмотка состоит из 4 000 витков провода ПЭ-0,12÷0,15; вторичная обмотка из 80 витков провода ПЭ-0,8. Звукосниматель — пьезоэлектрический, мотор любого типа.

Конструкция усилителя очень проста. Усилитель собирается на металлическом или деревянном П-образном шасси, где устанавливаются все детали и производится монтаж. Очень важно все входные проводники усилителя поместить в металлический экран.

Шасси помещают в ящик таким образом, чтобы лампа 6П9 находилась в вертикальном положении (это надо соблюдать).

Готовый усилитель не требует налаживания и начинает работать сразу. В процессе его регулировки желательно лишь подобрать конденсатор C_1.

Примечание конструктору. Одноламповый усилитель приведенной конструкции очень прост и хорошо работает. Однако конструкцию его можно изменить. Интересно сделать такой усилитель малогабаритным. Для этого применяют асинхронный мотор и монтируют его вплотную с усилителем, а динамик устанавливают на откидывающейся верхней крышке.

В малогабаритном усилителе очень трудно вместить в ящик диск мотора. Поэтому его лучше сделать самим.

Оригинальная конструкция диска-звездочки показана на рисунке 23. На фасонной втулке укреплены под углом друг к другу в 120° три пластинки. Одна из них укрепляется жестко, две других — шарнирно, на винтах. Благодаря этому звездочка складывается, место, необходимое для ее размещения в ящике, сокращается. Пластинки обшиваются сукном, чтобы установленная на них граммпластинка не скользила.

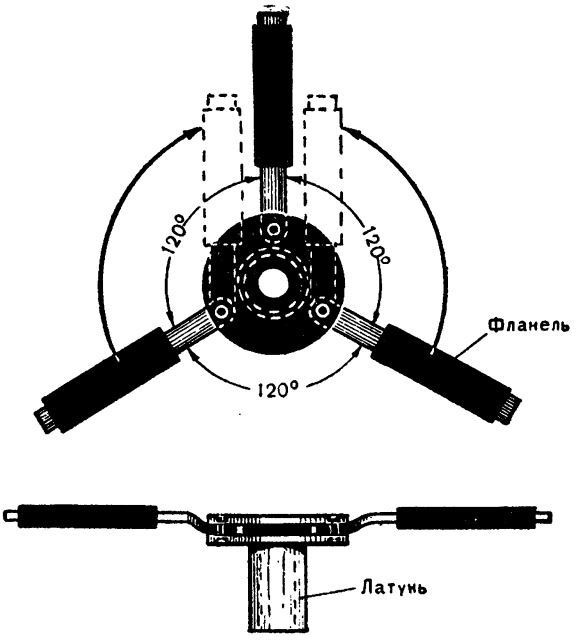


Рис. 23. Конструкция патефонного диска-звездочки.

Усилитель с таким диском и асинхронным мотором становится очень портативным.

Можно сделать в усилителе и приемную приставку с фиксированной или плавной настройкой для приема местных радиостанций.

ПЕРЕНОСНЫЙ ПИОНЕРСКИЙ ПРИЕМНИК

Переносный приемник пользуется большой популярностью. С наступлением лета такой приемник нужен и пионерам, едущим в лагерь, и юным туристам, уходящим в дальние походы, и нашим сельским школьникам, проводящим радио на полевые станы.

Советские конструкторы разработали оригинальный переносный приемник «Дорожный». Этот малогабаритный, сравнительно легкий радиоаппарат собран по супергетеродинной схеме и имеет ряд новых интересных узлов и деталей. К их числу относятся катушки и так называемая магнитная антенна. Высокое качество этих деталей позволило получить от приемника хорошие качественные показатели. Но построить такой приемник в кружке очень трудно. Юные радиолюбители строят пере-

носные приемники по более простым схемам.

Такой схемой может служить схема двухлампового приемника прямого усиления с усилителем высокой частоты, сеточным детектором и положительной обратной связью.

Чаще всего в простых переносных приемниках применяются пальчиковые лампы, которые имеют небольшие размеры и экономичны в расходовании питания от батарей. Переносный приемник имеет две лампы и рассчитан на прием двух станций: одной — на средневолновом, а другой — на длинноволновом диапазонах.

Питание приемника осуществляется от малогабаритных батарей типа БАСГ-45 и НС-СА (две штуки), применяемых в слуховых аппаратах. Для работы приемника необходима небольшая наружная антенна.

Принципиальная схема приемника показана на рисунке 24.

Усилитель высокой частоты собран по апериодической схеме. Правда, такой усилитель дает небольшое усиление, но зато позволяет пользоваться приемником с малой антенной и без заземления.

Колебательный контур включен в анод первой лампы, поэтому присоединение антенны к приемнику не влияет на настройку контура.

Переход с одной радиостанции на другую производится переключателем *П*, замыкающим часть контурной катушки.

Вторая лампа служит сеточным детектором. В анодную цепь ее включаются электромагнитные телефонные трубки. При применении пьезоэлектрических телефонов надо включить параллельно им сопротивление в 10—50 т. *ом*. Учитывая, что анодное напряжение не превышает 45 *в*, экранные сетки обеих ламп можно питать прямо от анодной батареи. Это значительно упрощает схему и облегчает процесс ее изготовления. Однако лучше в цепь экранной сетки первой лампы включить гасящее сопротивление и блокировочный конденсатор.

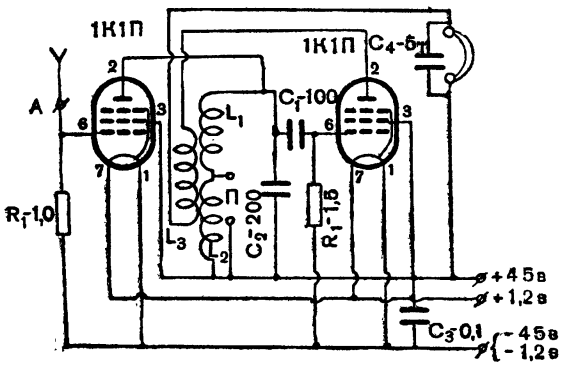


Рис. 24. Принципиальная схема походного приемника.

Приемник собирается на угловой фанерной панели, конструкция которой показана на рисунке 25,*а*. Панель устанавливается в ящике на двух уголках из жести и закрепляется отогнутыми жестяными язычками.

На монтажной панели укрепляются все детали приемника. Источники питания помещаются внизу, на дне ящика. Конструкция приемника позволяет укладывать в ящик при переноске телефонные трубки, провод для антенны и запасную радиолампу.

Отличительной особенностью конструкции является устройство катушки колебательного контура. В контуре стоят две катушки L_1 и L_2, каждая из которых разбивается на две секции, намотанные на отдельных шпульках (рис. 25,*в*). Шпульки передвигаются вдоль каркаса относительно друг друга и тем самым точно настраиваются на частоту заданных радиостанций. Между катушками L_1 и L_2 помещается катушка обратной связи L_3.

Перемещая катушку L_3 относительно контурных катушек, добиваются установления наиболее чувствительного режима.

Каркас катушки укреплен горизонтально и так, что все катушки находятся против специального окна на передней панели приемника. Это позволяет без особых трудностей подстраивать приемник на частоту станций или перестраивать его с одной станции на другую.

На передней панели приемника установлен переключатель *П*. Он представляет собой два гнезда, в которые вставляется короткозамкнутая вилка. Вторая пара гнезд служит только для укрепления вилки при работе всей катушки. На корпусе вилки рисуется стрелка, указывающая на работающие катушки.

При испытании собранный приемник начинает работать сразу. Его налаживание заключается в настройке контуров на выбранные станции. Для этого к приемнику присоединяется кусок провода, который в дальнейшем будет служить антенной, и вместо постоянного конденсатора C_2 вре-

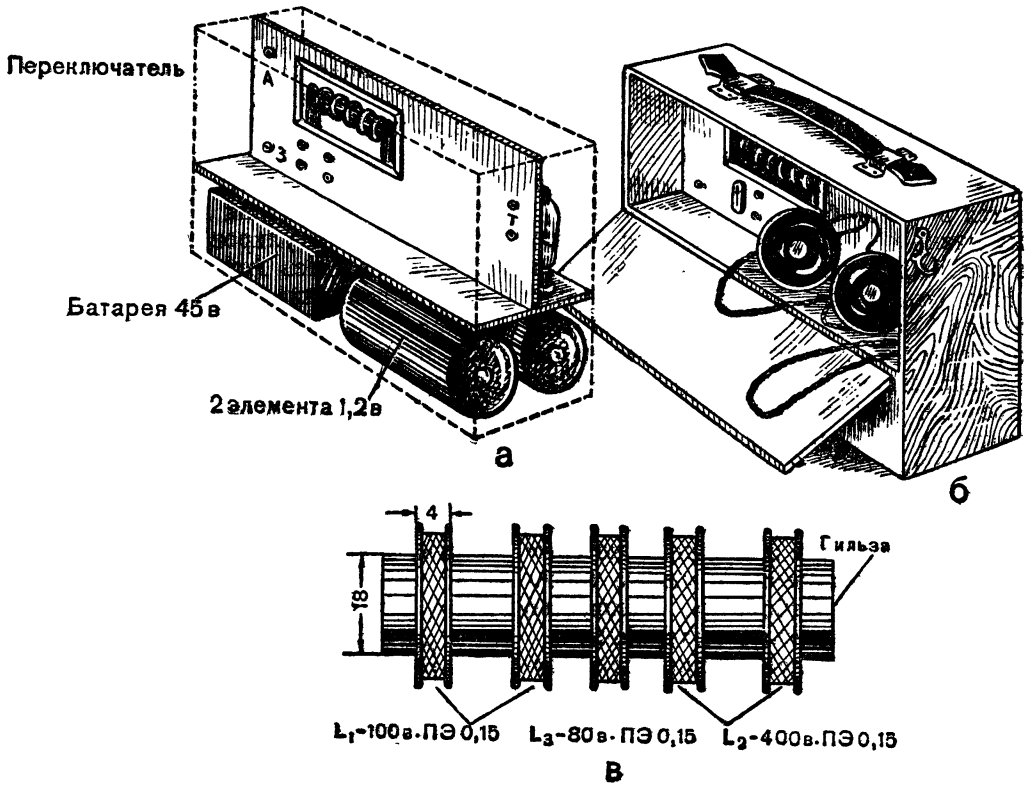


Рис. 25. Походный пионерский приемник:

а — размещение деталей в ящике; *б* — общий вид приемника; *в* — конструкция контурной катушки.

менно подключают конденсатор переменной емкости в 500 *пф*. Установив расстояние между секциями катушек L_1 примерно в 10 *мм*, приемник настраивают на станцию в средневолновом диапазоне. Затем, перемещая катушку обратной связи, добиваются наиболее громкого и чистого приема выбранной станции. После этого вместо конденсатора переменной емкости подбирают соответствующий ему по емкости постоянный конденсатор. Окончательная настройка приемника производится небольшим передвижением крайней секции катушки L_1. На вторую станцию (на длинных волнах) приемник настраивается только катушкой L_2. Готовый приемник помещается в ящик размером 220×150×75 *мм*.

Примечание конструктору. Вариантов переносных походных приемников очень много. Данный приемник является одним из простейших, однако конструкция его очень удачна. Недостатком этого приемника является то, что прием станций производится здесь на телефонные трубки. Поэтому часто к таким приемникам добавляют усилитель низкой частоты на одной или на двух лампах. Приемник получается более сложным и менее экономичным, но зато позволяет вести радиоприем на громкоговоритель или на несколько пар телефонных трубок.

Иногда в приемнике сокращают число ламп за счет многократного использования каждой лампы. Например, схему приемника 1-V-1 можно выполнить, применяя только одну лампу типа 1Б1П (диод-пентод). Пентодная часть этой лампы работает одновременно в качестве усилителя высокой и низкой частоты, а диод используется как детектор. Такие схемы, получившие название рефлексных, хотя и позволяют сократить общее число ламп, но трудны в налаживании и требуют от исполнителя наличия больших практических навыков.

Весьма желательно в переносных приемниках применить высококачественные контуры с высокочастотными (альсиферовыми) сердечниками. Повышение качества контура значительно улучшает всю работу приемника.

ДВУХЛАМПОВЫЙ РАДИОПРИЕМНИК

Широко известны в нашей стране массовые радиоприемники: «Москвич», «Арз», «Тула» и др. Каждый из них хорошо работает, прост в обращении, а главное, имеет простую конструкцию. Все эти приемники выпускаются в очень больших количествах, и поэтому очень важно, чтобы каждая деталь приемника была простой, дешевой и прочной. При массовом производстве таких приемников особое внимание уделяется простой технологии изготовления отдельных частей, скоростной сборке всего приемника на конвейере. Вот почему в этих приемниках почти не встречаются винты, крепежные уголки или скобки.

У юных радиолюбителей есть также свои популярные «массовые» приемники — это простые малоламповые приемники, которые доступны для изготовления в любом кружке. Они содержат небольшое количество деталей и малодефицитные материалы.

Известно, что наиболее распространенными самодельными приемниками являются приемники прямого усиления. Они имеют простую конструкцию, не содержат трудоемких узлов и деталей, легко налаживаются и поэтому вполне доступны для юных радиолюбителей. Хорошо собранные и налаженные, такие приемники позволяют уверенно и громко вести прием многих радиовещательных станций. Дальше описывается один из приемников типа 0-V-1.

Особенностью приемника является оригинальность его конструкции. Внешний вид и размещение деталей приемника показан на рисунке 26.

Приемник принимает радиостанции на длинноволновом (2 000—750 *м*) и средневолновом (550—200 *м*) диапазонах и работает от нормальной наружной антенны. Выходная мощность приемника 2 *вт*.

Принципиальная схема приемника изображена на рисунке 27. Входное устройство приемника представляет собой колебательный контур, состоящий из конденсатора постоянной емкости C_2 и последовательно соединенных катушек L_1 и L_2. Плавная настройка по диапазону осуществляется магнетитовым сердечником. При приеме радиостанций на средних волнах катушка L_2 замыкается накоротко переключателем $П_1$. Связь с антенной осуществляется через конденсатор C_1.

Первая лампа приемника — 6Ж8 (или 6Ж7) — используется как сеточный детектор, а вторая — 6П6С — для усиления низкой частоты. Выпрямление переменного тока производится выпрямителем, собранным по схеме с автотрансформатором с селеновым столбиком.

Для повышения чувствительности и избирательности в приемнике применена положительная обратная связь. Дополнительной ручки для регулирования величины обратной связи здесь нет, что значительно упрощает обращение с приемником. Кроме того, отпадает необходимость в дефицитной детали: переменном сопротивлении или конденсаторе. Напряжение обратной связи в данной схеме подается на входной контур из анодной цепи второй лампы через подстроечный конденсатор *C* небольшой емкости.

Таким образом, лампа 6П6 используется не только для усиления колебаний низкой частоты, но является еще и фазопереворачи-

Рис. 26. Внешний вид *(а)* и размещение деталей внутри ящика *(б)* двухлампового приемника.

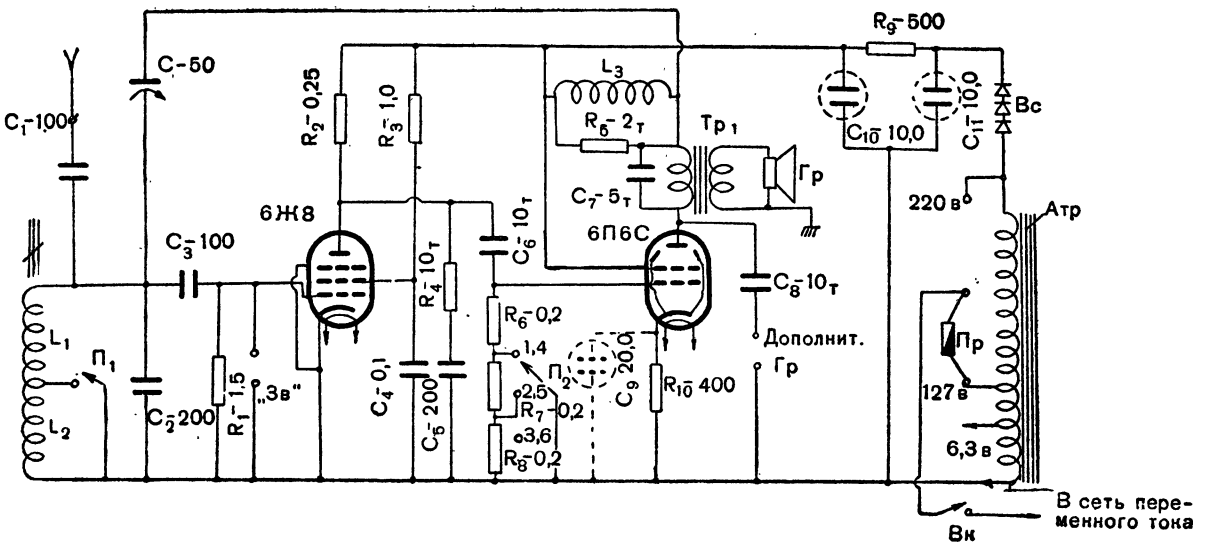


Рис. 27. Принципиальная схема приемника.

вающей. Она служит для получения необходимого соотношения фаз высокочастотного напряжения в цепи обратной связи.

При такой схеме обратной связи вести поиск радиостанций в режиме генерации невозможно, так как при переходе за порог возбуждения одновременно с колебаниями высокой частоты возникают колебания низкой частоты, заглушающие передачу. Применяемая схема обратной связи позволяет избежать излучения колебаний приемника в антенну, а следовательно, и больших помех соседним приемным устройствам.

Требуемая величина обратной связи устанавливается при налаживании приемника путем изменения емкости подстроечного конденсатора. Чтобы сделать чувствительность приемника достаточно равномерной во всех точках обоих диапазонов, применяются корректирующие цепочки R_4 C_5 и L_3 R_5.

Напряжение на экранную сетку лампы 6Ж8 подается через сопротивление R_3. Конденсатор C_4 блокировочный служит для того, чтобы на экранной сетке не возникали переменные напряжения высокой и низкой частоты. Сопротивление R_2 является нагрузкой первой лампы. Выделяющееся на нем напряжение низкой частоты поступает через конденсатор C_6 на управляющую сетку лампы 6П6. Отрицательное смещение на сетку этой лампы снимается с сопротивления R_{10}.

В анодную цепь лампы включена первичная обмотка выходного трансформатора. Чтобы пропустить токи высоких частот в цепь положительной обратной связи, первичная обмотка трансформатора заблокирована конденсатором C_7. Громкость работы приемника регулируют с помощью контактного переключателя $П_2$.

Приемник собирается на вертикальной фанерной панели, и, следовательно, его лампы находятся в горизонтальной плоскости. Отсутствие в приемнике специального металлического гнутого шасси и применение в качестве материала для панели обыкновенной фанеры делают его доступным для широкого круга юных радиолюбителей.

На панели устанавливаются все детали приемника, кроме выпрямителя, который крепится отдельно в углу ящика (рис. 26,*б*).

Интересное конструктивное решение имеют и другие узлы приемника: шкала, переключатель диапазонов и регулятор громкости. Устройство шкалы приемника показано на рисунке 28,*а*. На оси движка магнетитового сердечника укрепляется рычаг, шарнирно соединенный с помощью упругой стальной проволоки с картонным диском, на котором тушью нарисована стрелка. Диск укрепляется в центре шасси (против выреза для шкалы) так, чтобы он мог свободно вращаться на оси.

Чтобы диск, а следовательно, и стрелка поворачивались на 150°, необходимо опытным путем подобрать расстояние от точки шарнирного крепления проволоки до оси вращения диска или длину рычага. Так как диск со стрелкой устанавливается со

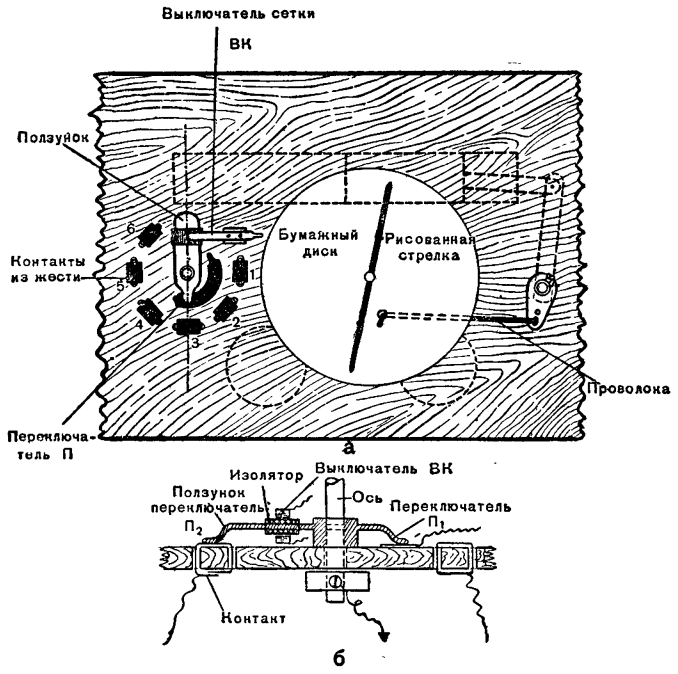


Рис. 28. Устройство шкалы и конструкция переключателя приемника.

стороны монтажа, то его крепление можно производить после выполнения всех монтажных работ и испытания приемника.

Шкала приемника рисуется или печатается (фотоспособом) на стекле и укрепляется в вырезе ящика.

Переключатель диапазонов и ступенчатый регулятор громкости регулируются с помощью одной ручки и монтируются на панели приемника. Их устройство показано на рисунке 28.

На металлическую ось, соединенную с общим (заземленным) проводом приемника, насажен фигурный ползун $П_1$—$П_2$, сделанный из упругой жести. Ползун скользит по плоским жестяным контактам, которые соединены между собой. Контакт *№ 1* соединен с *№ 4*, *№ 2* с *№ 5* и *№ 3* с *№ 6*.

При движении ползуна $П_2$ по контактам *4*, *5* и *6* хвостовая часть его (назовем ее $П_1$) одновременно скользит по жестяному сектору, соединенному с отводом от контурной катушки. Катушка L_2 оказывается закороченной, и приемник переключается на средневолновый диапазон.

При движении ползуна $П_2$ по *1*, *2* и *3* контактам цепь ползуна $П_1$ с сектором размыкается, катушка L_2 оказывается подключенной к контуру и приемник переключается на длинноволновый диапазон. Здесь же сделан выключатель приемника *Вк*. Для этого на среднюю часть ползуна $П_1$—$П_2$ наматывается изоляционная лента или какой-либо другой изоляционный материал.

Устанавливая ползун в крайнее положение, изолятор входит между двумя пружинящими контактами и разрывает цепь электрического тока — приемник перестает работать.

Катушка контура и магнетитовый сердечник берутся от детекторного приемника «Комсомолец». Диаметр каркаса катушки 20 *мм*, длина — 140 *мм*. Катушка L_1 на нем занимает длину 60 *мм* и наматывается виток к витку проводом ПЭ 0,3 (провод эмалевый, диаметр 0,3 *мм*). Длина катушки L_2 тоже 60 *мм*, но наматывается катушка проводом ПЭО 0,1 (провод эмалевый обыкновенный, диаметр 0,1 *мм*). Готовая катушка укрепляется с помощью клея на специальных фанерных дужках.

Самодельными деталями приемника могут быть выходной трансформатор и автотрансформатор. Однако их можно взять и готовыми от приемника «Москвич», от которого подойдет также и динамический громкоговоритель (1-ГДМ-1,5). Данные других деталей указаны на схеме.

Готовый приемник не требует сложного налаживания. Проверив и подобрав режим ламп, приемник испытывают на работе от звукоснимателя. Добившись хорошего воспроизведения граммзаписи, его настраивают на станцию и, изменяя емкость подстроечного конденсатора *С*, добиваются наиболее громкой и чистой передачи.

Собранный приемник устанавливается в ящике вертикального типа, на дне которого, в правом углу, укрепляется выпрямитель.

Примечание конструктору. Приведенное описание двухлампового приемника имеет много конструктивных особенностей. Однако для схемы и конструкции приемника можно было бы найти много других решений. Например, для регулятора громкости применить переменное сопротивление с выключателем, а переключатель диапазона сделать на одной оси с движком магнетитового сердечника. Можно изменить и систему настройки, применив вместо сердечника вариометр или конденсатор переменной емкости. В схеме прием-

ника вместо лампы 6П6 хорошо использовать лампу 30П1. Соединив накалы лампы последовательно и применив в качестве гасящего сопротивления конденсатор, можно отказаться от применения автотрансформатора, так как анодное напряжение для лампы 30П1 равно 120 *в*.

УЛЬТРАКОРОТКОВОЛНОВЫЙ ПРИЕМНИК

Ультракороткие волны приобретают все большее и большее значение. Телевидение, радиолокация, радиоастрономия стали возможны только с освоением этих волн.

Широкое распространение находят УКВ в радиовещании, так как они позволяют значительно улучшить качество радиоприема, избавляя его от промышленных и атмосферных помех.

Вот почему современные приемники снабжаются ультракоротковолновыми диапазонами.

Постройка многолампового ультракоротковолнового приемника трудна для юных радиолюбителей. Лаборатория Центрального радиоклуба ДОСААФ разработала специальную приставку, которая может быть подключена к любому сетевому приемнику (рис. 29). Схемы двух вариантов приставок показаны на рисунке 30, *а, б*.

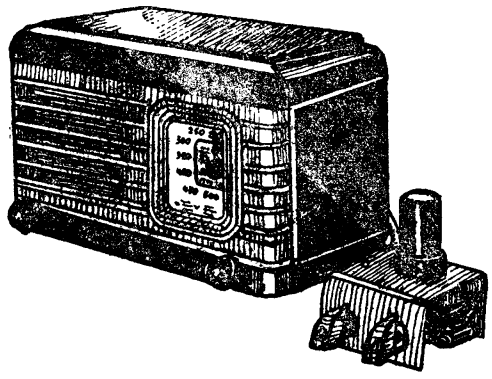
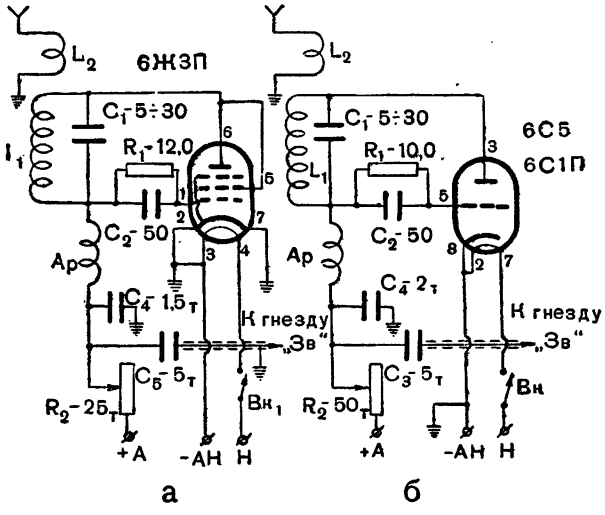


Рис. 29. Ультракоротковолновая приставка с приемником.

Приставка представляет собой одноламповый сверхрегенеративный детектор и имеет диапазон от 36 до 75 мегагерц (*мггц*). Она питается от выпрямителя приемника через специальную колодку (рис. 30, *в*). Колодка представляет собой цоколь от восьмиштырьковой лампы с надетой на него панелькой. Питание удобнее всего брать от последней лампы (6Ф6, 6П6 и т. д.). Эта лампа вынимается из приемника, в ее панельку вставляется колодка питания приставки, а лампа вставляется в ламповую панель колодки.

Внутри колодка имеет соединения, от ее 2-й и 7-й ножек выводятся провода для питания накала лампы приставки, от 4-й ножки — провод плюса анода (минус анода соединен с корпусом и 2-й ножкой). Выход



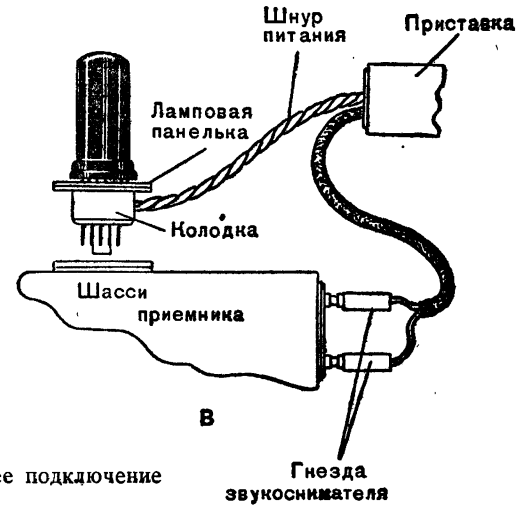


Рис. 30. Принципиальные схемы УКВ приставки (*а, б*) и ее подключение к приемнику (*в*).

приставки подсоединяется с помощью одинарного экранированного провода к «гнездам» звукоснимателя приемника.

Величины всех деталей приставки указаны на схеме. Конденсатор настройки C_1—керамический или воздушный (полупеременный). Катушки контура L_1 имеют (для обеих схем) по 7 витков голого провода диаметром 1,5 *мм*. Внутренний диаметр каждой катушки 15 *мм*, расстояние между витками 1,5 *мм*. Катушки антенны L_2 содержат по 3/4 витка такого же провода, что и контурные. Расстояние между катушками подбирается опытным путем. Все катушки не имеют каркасов.

Дроссель высокой частоты наматывается на корпусе от сопротивления (2 *вт*) и имеет 100 витков, намотанных вплотную проводом ПШД 0,2. Концы намотки припаиваются к выводам сопротивления. Приставка монтируется на металлическом шасси размером 80×80×50 *мм*.

При монтаже размещать детали надо так, чтобы соединительные провода были как можно короче.

Следует заметить, что все детали для приставки должны быть хорошего качества и взяты такими, как это указано в схеме. Приемник обладает хорошей чувствительностью и устойчиво работает на всем диапазоне только при применении указанных деталей (особенно R_1C_2).

Налаживание приставки очень простое. Оно заключается в получении сверхрегенерации на всем диапазоне и подгонке диапазона под станции.

Включив приставку, вращают ручку переменного сопротивления R_2 и добиваются возникновения сверхрегенерации (шипения). Затем, поворачивая конденсатор C_1, убеждаются, возникает ли сверхрегенерация по всему диапазону. Если в какой-либо точке диапазона образуется провал генерации, изменяют число витков дросселя или емкость конденсатора C_4 или подбирают R_1 и C_2. Получив устойчивую генерацию на всем диапазоне, к приставке присоединяют антенну (любую) и приемник настраивают на станцию.

При точной настройке на станцию шум сверхрегенерации пропадает и появляется сигнал. В Москве хороший прием звукового сопровождения телевизионного центра возможен при антенне длиной 2—2,5 *м*. Изменение диапазона, если он не захватывает нужных станций, производится растягиванием или сжиманием витков катушки L_1.

Примечание конструктору. Проектирование и конструирование ультракоротковолновой аппаратуры — один из самых сложных разделов радиотехники. Изготовление ультракоротковолновой приставки явится первым шагом юного радиоконструктора в этой области.

Проведенные опыты показали, что при всей своей простоте приставка позволяет вести уверенный прием даже любительских УКВ станций. В московской средней школе № 59 радиокружок под руководством учителя Алексеева оборудовал школьную УКВ станцию. Передачи этой станции принимались учащимися школы и кружковцами у себя дома на подобную приставку.

По мере накопления знаний и опыта приставку можно усовершенствовать, собрав ее на двойной лампе (6Н8 или 6Н9). Один триод этой лампы работает сверхрегенератором и собирается по схеме (рис. 30,*б*), а другой используется в качестве предварительного усилителя низкой частоты. Громкость приема передач с такой приставкой значительно увеличивается.

Работа в области УКВ не должна ограничиваться изготовлением приставок. Освоив первые навыки по изготовлению и регулировке ультракоротковолновых схем, кружковцы могут перейти к постройке ультракоротковолновой аппаратуры для радиоуправляемых моделей, небольших переносных УКВ станций, а еще позже создать в своем кружке стационарную УКВ станцию.

ШКОЛЬНЫЙ РАДИОУЗЕЛ

Советское правительство придает большое значение радиовещанию и радиофикации всей страны.

Отечественная радиотехническая промышленность выпускает большое количество различного оборудования для радиоузлов малой мощности. Во многих школах страны стоят, например, усилители типа У-50, УК-50, МГСРТУ-50 (100), КРУ-2 и т. д. Наиболее совершенными из них являются два последних усилителя (МГСРТУ и КРУ).

Малогабаритная стационарная радиотрансляционная установка (МГСРТУ) состоит из усилителя на 50 или 100 *вт*, приемного устройства (приемник ПТС), проигрывающего механизма, упрощенного коммутатора и линейного устройства.

Отличительной особенностью усилителя

КРУ (колхозный радиотрансляционный узел) является возможность его питания от батарей через вибропреобразователи. Поэтому он очень удобен в сельской местности.

Мощность КРУ значительно меньше, чем МГСРТУ, но он также имеет приемное устройство, а кроме того, снабжается специальным ветроагрегатом. Однако радиофикация школ часто проводится самодельными усилителями. В связи с этим, у руководителя кружка возникают иногда такие вопросы: какой усилитель выбрать? Как оборудовать узел? Как радиофицировать здание? Некоторые советы по этим вопросам и описание простого усилителя малой мощности, который можно собрать в любом кружке, руководитель найдет в этом разделе.

Для радиофикации школы можно применить радиоусилители, имеющие мощность от 5 до 25 *в* (иногда и больше).

В небольших школах или пионерских лагерях в качестве усилителя можно использовать любой ламповый радиоприемник («Урал», «Родина» и т. д.). Без специальной дополнительной усилительной приставки такой радиоусилитель обслужит 10—15 громкоговорителей типа «Рекорд».

В приемниках не требуется делать каких-либо переделок. Необходимо только изготовить дополнительный линейный выходной трансформатор, который первичной обмоткой подключается между общим заземленным проводом (шасси) и анодом последней лампы через разделительный конденсатор в 15—25 т. *пф*.

Микрофон (имеется в виду пьезомикрофон или динамического типа) или звукосниматель подключается прямо к гнездам «Зв» приемника.

Мощность такого радиоузла можно увеличить до 10 *вт*, сделав к нему дополнительную усилительную приставку. Это позволяет включать на линиях до 100 громкоговорителей «Рекорд» или несколько мощных динамиков, что вполне достаточно для радиофикации большой школы. Схема такой приставки показана на рисунке 31. Приставка выполняется в виде отдельной конструкции и соединяется с приемником экранированным шлангом. Первичная обмотка входного трансформатора подключается непосредственно к выходному трансформатору приемника.

Наиболее просты для изготовления и не требуют большого количества деталей усилители малой мощности до 5 *вт*. Такие усилители применяются главным образом в неполных средних школах или в сельских школах и пионерских лагерях, где есть электричество.

В качестве громкоговорителей для таких школ можно применять обычные «Рекорды» или другие маломощные динамические громкоговорители (типа «Заря», ДАГ-1 и т. д.). К указанному усилителю можно присоединить до 25 «Рекордов» или до 10 громкоговорителей типа «Заря». К нему можно включить один рупорный динамик типа Р-10 («Октава»).

На рисунке 32 изображена принципиальная схема усилителя. В ней работают три

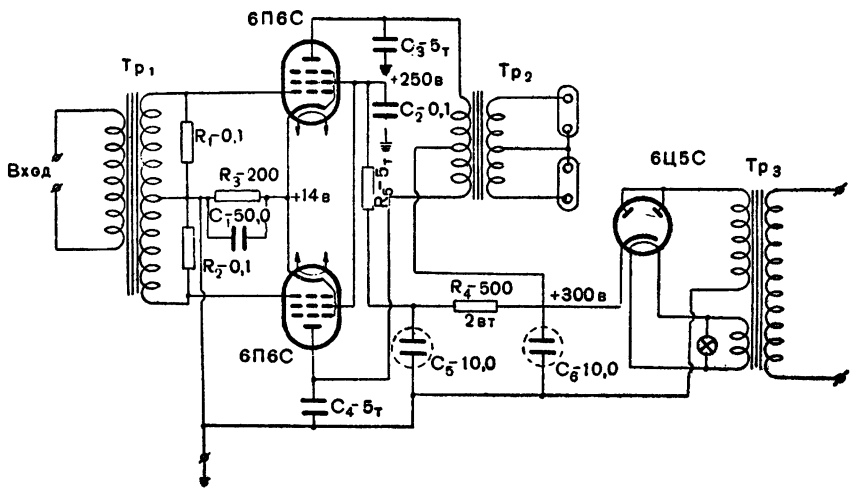


Рис. 31. Принципиальная схема усилительной приставки мощностью в 10 *вт*.

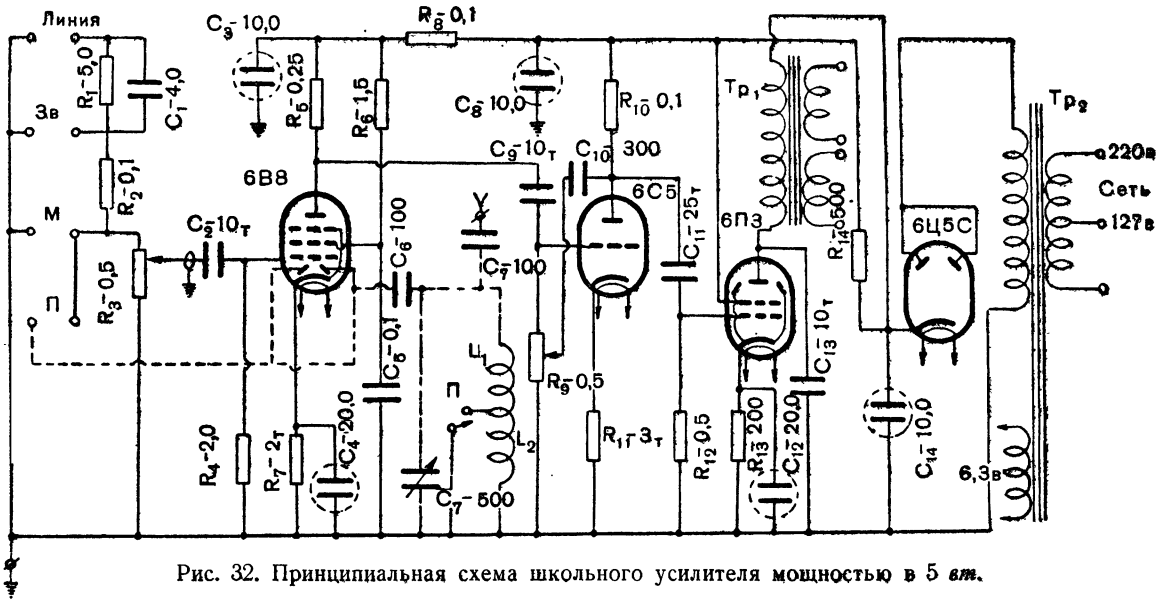


Рис. 32. Принципиальная схема школьного усилителя мощностью в 5 *вт*.

лампы: 6В8, 6С5 и 6П3С. Такая схема дает возможность получить достаточное усиление при работе усилителя от динамического микрофона и электромагнитного звукоснимателя и улучшить качество звука за счет введения отрицательной обратной связи. Известно, что обычные двухламповые усилители не имеют такой возможности.

Первая ступень усилителя работает на лампе 6В8 (пентодная часть). В цепь управляющей сетки этой лампы подключается микрофон или звукосниматель. Переменное сопротивление R_3 является регулятором громкости.

Две последующие ступени являются обычными для усилителя низкой частоты. При работе усилителя от микрофона или звукоснимателя усиленное первой лампой напряжение звуковой частоты выделяется на сопротивлении нагрузки R_5. Затем напряжение через разделительный конденсатор C_9 поступает на сетку второй лампы. Цепь катода второй лампы не блокируется конденсатором. От этого образуется отрицательная обратная связь во второй ступени, улучшающая частотную характеристику усилителя.

Во второй ступени установлен регулятор тона.

Регулирование тембра осуществляется с помощью отрицательной обратной связи. Величина этой обратной связи будет максимальной при условии, если движок потенциометра находится в крайнем верхнем положении, то-есть когда анод лампы соединен через конденсатор с сеткой. При таком положении движка происходит наибольшее ослабление высших частот и тембр звучания становится низким. При другом крайнем положении ползунка отрицательная обратная связь не действует и поэтому самые высокие частоты усиливаются нормально, делая тембр звучания более высоким.

После второй лампы усиленные колебания низкой частоты поступают на сетку мощной оконечной лампы 6П3, в анодную цепь которой включен выходной линейный трансформатор $Тр_1$. Для увеличения мощности анод последней лампы питается от выпрямителя до фильтра.

Выпрямитель усилителя собран по однополупериодной схеме с применением школьного разборного трансформатора и лампы 6Ц5С.

Трансформаторы усилителя имеют следующие данные.

Выходной трансформатор собирается из железа Ш-20, толщина набора пластин 35 *мм*. Первичная обмотка трансформатора содержит 2 000 витков провода ПЭ 0,25. Вторичная — секционирована. Всего в ней наматывается 1 200 витков (по 600 витков в секции) провода диаметром 0,3 *мм*. Кроме того, для контрольного динамика может быть намотана низкоомная обмотка, состоящая из 80 витков провода ПЭ 0,8. Самодельный силовой трансформатор собирается

из железа Ш-30, толщина набора пластин 45 *мм*.

Сетевая обмотка на 127 *в* имеет 340 витков провода ПЭ 0,6; повышающая обмотка имеет 1 000 витков с отводом от середины и наматывается проводом ПЭ 0,25. Обмотка накала ламп имеет 27 витков провода ПЭ 1,0. В качестве силового трансформатора можно использовать разборный учебный трансформатор, всегда имеющийся в школьных кабинетах физики.

В усилителе легко сделать приемную приставку для приема мощных местных радиостанций. Для детектирования высокочастотных сигналов можно использовать диодную часть лампы 6В8 (на схеме показано пунктиром).

При радиоприеме колебания из антенны через конденсатор поступают в колебательный контур, состоящий из катушек L_1 и L_2 и конденсатора переменной емкости C_7. Напряжение с колебательного контура через конденсатор C_6 поступает на диодный детектор и с сопротивления R_3 при замкнутых гнездах «П» через разделительный конденсатор C_2 на управляющую сетку первой ступени усилителя.

Усилитель монтируется на металлической панели размером 370×100 *мм*, которая помещается в ящике, предохраняющем его от пыли и случайных поломок. Расположение деталей на шасси и самого шасси в ящике показано на рисунке 33,*а*. На этом же рисунке (33,*б*) показан общий вид усилителя.

Сверху ящика укреплены граммофонный мотор, звукосниматель, ручки регуляторов громкости и тона и выключатель мотора, а на усеченной передней стенке находятся гнезда для включения микрофона, звукоснимателя и приемника, гнезда выхода усилителя, контрольный динамик и сигнальная лампочка.

Собранный усилитель прежде всего проверяют по принципиальной схеме, затем с помощью прибора подгоняют режим ламп и испытывают усилитель от звукоснимателя. Проверив работу с звукоснимателя, приступают к испытанию усилителя от микрофона. Следует помнить, что без специального микрофонного трансформатора к усилителю можно присоединять только динамические микрофоны типа РДМ и СДМ.

Часто в трехступенных усилителях возникает самовозбуждение. Чтобы устранить его, усилитель проверяют по ступеням, сначала последнюю лампу, а затем вторую и первую. Замыкая коротким проводником управляющую сетку каждой лампы на землю (на корпус), следят за изменением свиста. Если свист где-либо пропадает, то причиной возбуждения являются предшествующие цепи и лампы. Основным способом борьбы с самовозбуждением служит экранировка. Особенно тщательно экранируются все сеточные провода и цепи первой лампы.

Опыт радиофицирования школ показывает, что руководителю приходится всегда уделять много внимания устройству радиотрансляционных линий и оборудованию радиостудии. Внутришкольная проводка к радиоточкам выполняется проводами следующих марок: ПРЖ (одножильный в резиновой и хлопчатобумажной изоляции), ПРВ (многожильный в полихлорвиниловой

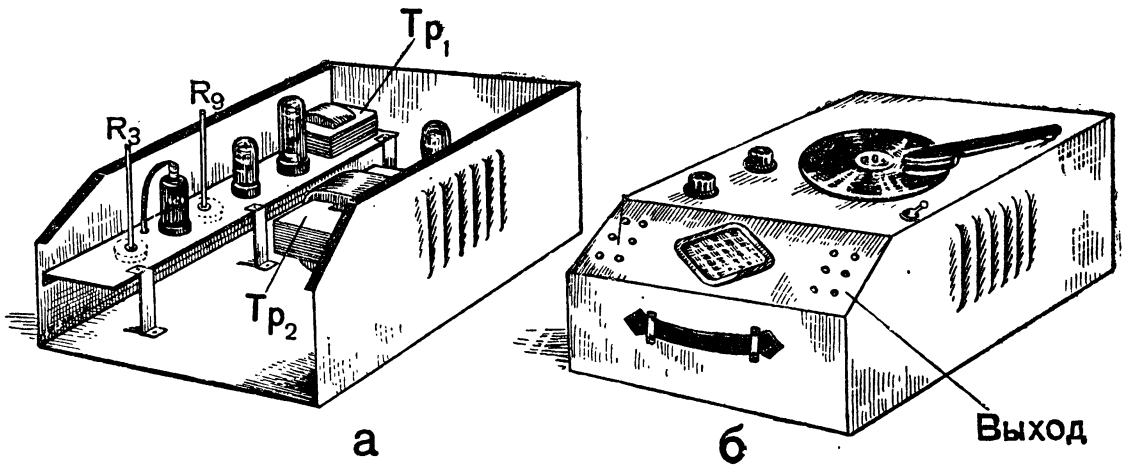


Рис. 33. Конструкция школьного усилителя.

изоляции), ПТВЖ (двойной провод, заключенный в общую полихлорвиниловую оболочку) или электрическим шнуром.

Перед прокладкой проводов необходимо наметить для них самый короткий путь с минимальным числом обходов различных выступов и препятствий на стенах. Затем намечаются точки крепления провода. Ролики должны находиться на расстоянии не более 1 *м*, а скобки — 2,5—3 *м*. Если провода проходят через стены или пересекаются с другими проводами, то необходимо надевать резиновые трубки.

На стенах около каждого радиофицируемого класса на уровне прокладки провода устанавливается унифицированная коробка, на зажимах которой производятся соединения проводов и ответвлений. У каждой радиоточки устанавливается на деревянном подрозетнике штепсельная розетка и полочка для громкоговорителя. Все трансляционные линии подводятся в студию на специальный распределительный щиток, который позволяет отключать линию, если она не нужна или неисправна. Простейший распределительный щиток представляет собой фанерное основание, на котором укрепляются однополюсные рубильники или выключатели. На этом же щитке желательно поставить и предохранители.

Под студию отводится сухое и светлое помещение с системой отопления и вентиляцией. Для улучшения качества передачи вдоль стен студии подвешивают на кольцах занавески из фланели или байки. Примерное оборудование школьного радиоузла показано на рисунке 34.

Со временем оборудование школьного узла необходимо пополнить звукозаписывающей аппаратурой, которая позволит многограннее и интереснее организовать работу радиоузла.

Заслуживает внимания разработанная нашей промышленностью звукозаписывающая приставка, которая может быть установлена на граммофонном моторе. Описание такой приставки дается в журнале «Радио» (№ 4, 1954 год).

Иногда на радиоузлах юные радиолюбители устанавливают различные автоматические устройства: для включения и выключения узла, для смены пластинок, для школьных звонков и т. д.

Такое оборудование узла следует делать только в том случае, если оно очень необходимо и по своему устройству доступно для изготовления в кружке.

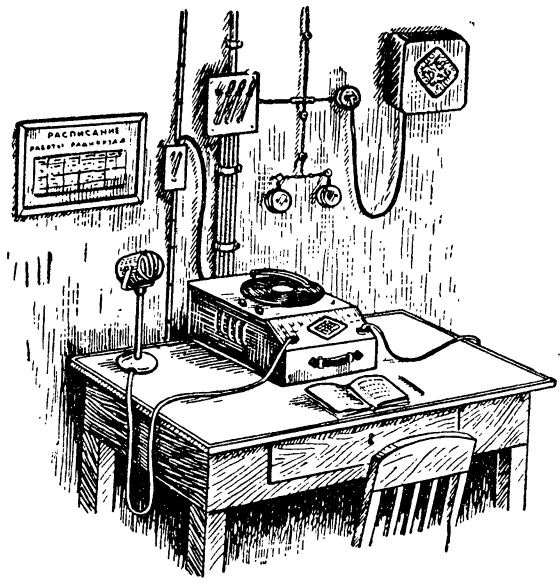


Рис. 34. Оборудование школьной радиостудии.

Примечание конструктору. Конструкций школьных усилителей существует много. Одни из них малой мощности и несовершенные, другие более мощные и снабжаются различными механизмами и приставками. Постепенное усовершенствование усилителя более доступно юным радиолюбителям, чем постройка сразу сложной многоламповой схемы. Описанный усилитель, имея ряд положительных качеств, конечно, не может удовлетворить всем требованиям, предъявляемым к школьным узлам.

Прежде всего он имеет малую мощность. Для увеличения его мощности можно применить описанную ранее усилительную приставку. Но и с приставкой мощность узла не будет превышать 10—15 *вт*.

Поэтому в тех кружках, где юные радиолюбители уже имеют известные практические навыки, надо выбрать более сложную схему, но такую, чтобы ее конструкция была доступна для налаживания. Усилитель не следует делать более чем на 10 лампах, включая и выпрямительные.

Для улучшения частотной характеристики усилителя в схеме должна быть отрицательная обратная связь, выполняемая наиболее простыми способами.

Большое значение надо придавать качеству изготовления таких деталей, как трансформаторы, и монтажу усилителя в целом.

АВТОМАТИЧЕСКИЕ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ ПРИБОРЫ

Всем известно, какое большое значение на современном производстве придается автоматике и телемеханике. Основой многих автоматических устройств является радиотехника. Показать на действующих приборах многогранность применения современной радиотехники — увлекательная задача радиотехнического кружка.

Широко известны среди радиотехнических устройств различные электронные реле для сигнализации, управления, отсчета времени, числа и т. д. Эти реле достаточно просты, но их можно рекомендовать только для кружков второго и третьего года занятий.

Электронные реле времени. Применение электронных реле времени позволяет автоматизировать многие производственные процессы. Такие реле незаменимы и при печатании снимков в фотолабораториях. Реле времени обеспечивают постоянство выдержки, что особенно важно при цветной фотографии.

Электронные реле времени нужны и при проведении многих научно-исследовательских работ для точного отсчета времени.

Схема одного из наиболее простых реле времени изображена на рисунке 35.

Оно может производить различные выдержки времени от 0,5 секунды до 10 минут.

Реле действует следующим образом. При нажатии пусковой кнопки *Кл* (кнопка может быть сразу же отпущена) ток от селенового выпрямителя будет заряжать конденсатор C_2 емкостью в 30 *мкф*. Скорость нарастания напряжения на этом конденсаторе определяется его емкостью и величиной сопротивлений R_1 и R_2. Чем больше эти сопротивления и емкость конденсатора, тем медленнее увеличивается напряжение конденсатора. Как только величина напряжения на конденсаторе достигнет напряжения зажигания неоновой лампы МН-3, конденсатор быстро разрядится через лампу и сопротивление, реле (*1*) сработает и контакты другого реле (*2*) замкнут или, наоборот, разомкнут нужную цепь (контакты *1, 2, 3*).

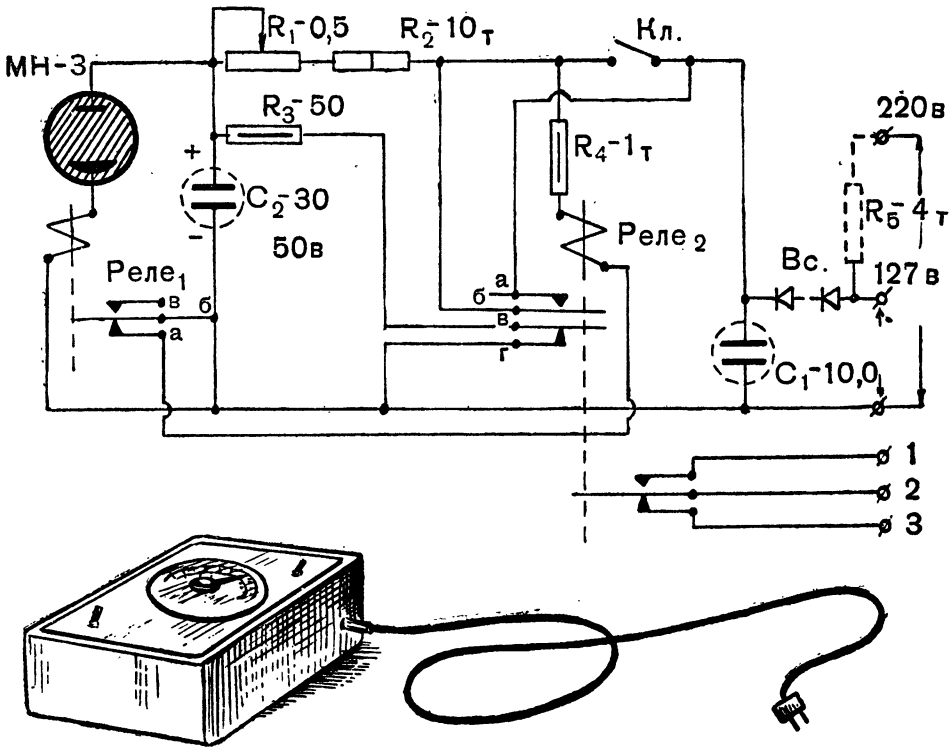


Рис. 35. Принципиальная схема и общий вид реле времени.

В нашей схеме при замыкании ключа *Кл* ток от выпрямителя пойдет через сопротивление R_4, обмотку реле *(2)* и замкнутые (нормально замкнутые) контакты *а—б* реле *(1)*. Когда реле *(2)* сработает, ток через его контакты *а—б* и сопротивления R_2 и R_1 пойдет в конденсатор C_2 и зарядит его. Как только произойдет зажигание лампы МН-3, реле *(1)* сработает, его контакты *б — а* разомкнутся и разорвут цепь реле *(2)*. При этом разомкнутся и контакты *а—б*, прекращая дальнейший заряд емкости C_2. Далее конденсатор начнет разряжаться через сопротивление R_3 и контакты *в—г*.

К зажимам *1, 2, 3* подключаются электрические цепи, для которых реле делалось: лампочки, моторы и т. д.

Так как ток разряда через лампу МН-3 равен 2,5 *ма*, то реле P_2 лучше взять поляризованным и отрегулировать его на ток срабатывания 1,5—2,0 *ма*.

Изменяя величину переменного сопротивления R_1, можно регулировать интервал времени между нажатием кнопки *Кл* и срабатыванием реле P_2. Чтобы иметь возможность точно устанавливать нужную выдержку, на ось сопротивления R_1 устанавливается стрелка-указатель. Шкала градуируется в секундах и минутах и наклеивается на верхнюю панель прибора.

Внешний вид прибора показан на рисунке 35, внизу.

Емкостное реле. Такое реле находит широкое применение для сигнализации и управления. Оно может быть использовано для открывания и закрывания дверей, для освещения витрины, когда к ней подходят, для охраны участка.

Реле работает от сети переменного или постоянного тока напряжением 127 *в*. Схема реле показана на рисунке 36. Чувствительным элементом ее является генератор на

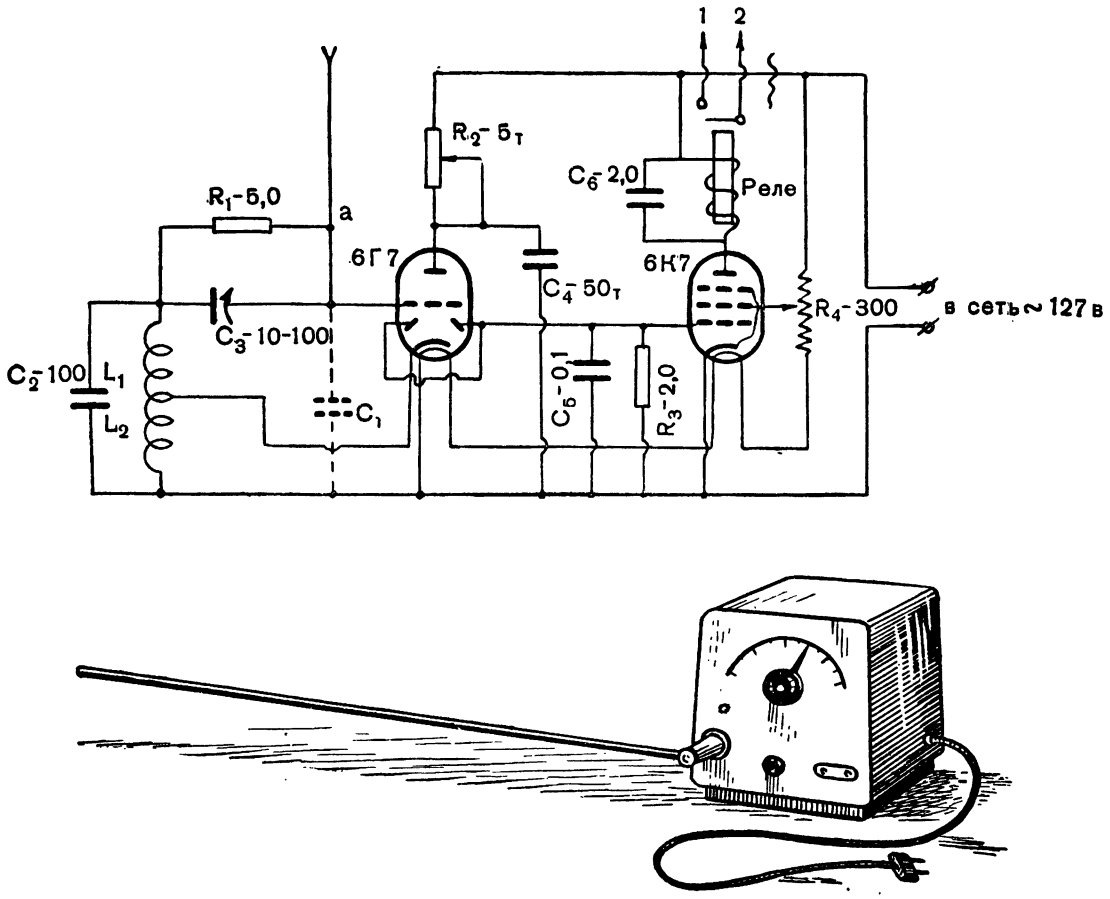


Рис. 36. Принципиальная схема и общий вид емкостного реле.

лампе 6Г7. Генератор собран по трехточечной схеме. Обратная связь в таком генераторе зависит от емкости между антенной и землей.

Если к реле в точке *а* присоединить длинный горизонтальный или вертикальный штырь и к этому штырю поднести руку или просто подойти, то уже на расстоянии 1—1,5 *м* происходит резкое изменение соотношений между емкостями C_1 и C_3. Когда же одна из этих емкостей меняется, обратная связь, а следовательно, и интенсивность колебаний генератора также изменяется. При этом на диодной части лампы образуется выпрямленное напряжение, которое с сопротивления R_3 подается на управляющую сетку второй лампы 6К7. В анод этой лампы включено реле с сопротивлением обмотки 4—5 т. *ом*. Выходной ток в этой цепи меняется на 3—4 *ма*.

Обмотка реле зашунтирована емкостью, так как весь прибор питается от сети переменного тока без выпрямителя.

Регулировка реле производится путем подбора переменных сопротивлений R_3 и R_4 и данных колебательного контура. Катушка контура наматывается на каркас диаметром 22 *мм* и имеет всего 120 витков, отвод делается от 30-го витка.

Внешний вид реле показан на рисунке 36, внизу. К контактным пластинкам выходного реле может быть подключена любая электрическая цепь: лампочка, звонок, мотор и т. д.

„МАЛАЯ" ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ

В своей работе юным радиолюбителям приходится часто пользоваться различной измерительной и контрольной аппаратурой. Измерительный прибор — большой помощник юного радиолюбителя. Без него нельзя не только наладить построенную конструкцию, но даже проверить и подобрать необходимые детали для нее. Большинство простых измерительных приборов могут построить юные радиолюбители второго и третьего года занятий.

Характерной особенностью описываемого комплекта измерительных приборов является применение в них оптических индикаторов вместо стрелочных, которые трудно приобрести. Хорошо знакомый юным радиолюбителям «глазок» может отлично работать во многих измерительных приборах.

Каков же принцип использования «глазка» в приборах? Известно, что при определенных напряжениях на флуоресцирующем экране лампы 6Е5 и на управляющем электроде, а также при определенном смещении на сетке «глазка» поверхность экрана 6Е5 начинает светиться зеленоватым светом. Изменяя смещение на сетке «глазка» с помощью переменного сопротивления, включенного в его катод, можно добиться того, что тень на экране будет иметь вид тонкой линии. Это положение обычно принимается за условный нуль прибора. Если в этот момент к сетке «глазка» подвести постороннее напряжение (несколько вольт) плюсом на сетку лампы, то общее отрицательное смещение на сетке уменьшится, ток в анодной цепи увеличится и на экране появится теневой сектор. Чем больше будет подведенное к сетке напряжение, тем больше будет затемненный сектор.

В приборах с «магическим» «глазком» имеется второе переменное сопротивление, при перемещении ползунка которого отрицательное смещение на сетке «глазка» будет также меняться. При некотором положении ползунка второго сопротивления тень на экране снова обратится в тонкую линию. При этом существует такая закономерность, что чем больше будет измеряемое напряжение (приложенное к сетке 6Е5), тем большее отрицательное напряжение нужно подать со второго переменного сопротивления в цепь сети 6Е5 для получения тонкой линии (перекрытия). Это дает возможность отградуировать шкалу для прибора и, установив на оси второго переменного сопротивления стрелку, произвести отсчет показаний, когда тень на экране «глазка» превратится в тонкую линию. (В некоторых приборах, наоборот, отсчет производится при широком теневом секторе.)

Малый измерительный комплект состоит из следующих приборов: мостика для измерения сопротивлений и емкостей (*R* и *C*), прибора для измерения индуктивностей и резонансной частоты, сигнал-индикатора, ламповых вольтметров для постоянного и переменного тока и испытателя ламп. Все приборы позволяют делать измерения с точностью не ниже 5%.

Приборы работают от сети переменного тока 110—220 *в* и получают питание от общего выпрямителя, имеющего выводы для одновременной работы пяти приборов.

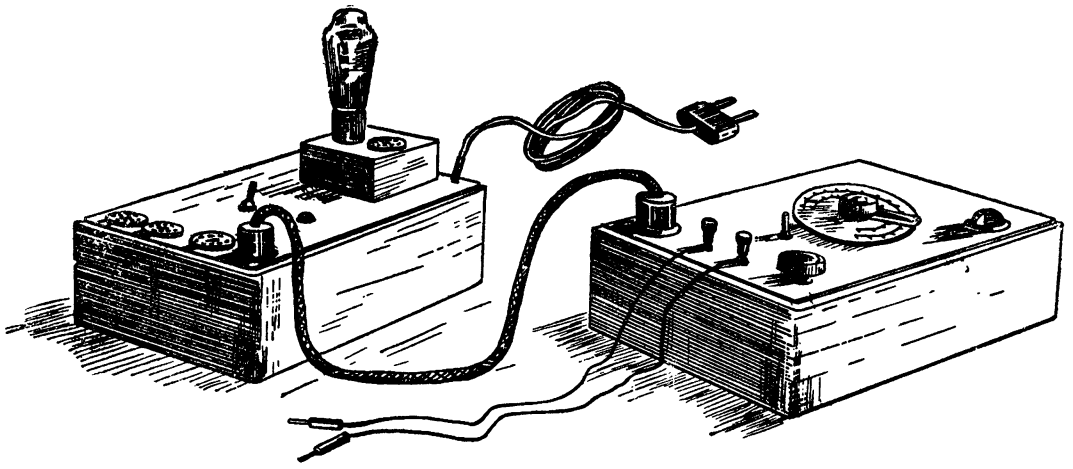


Рис. 37. Выпрямитель и ламповый вольтметр, готовые к измерениям.

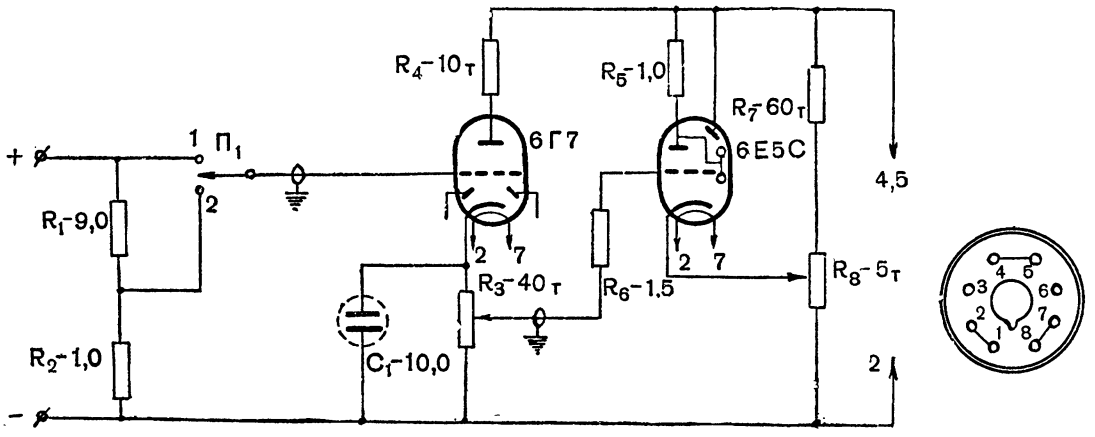


Рис. 38. Принципиальная схема лампового вольтметра.

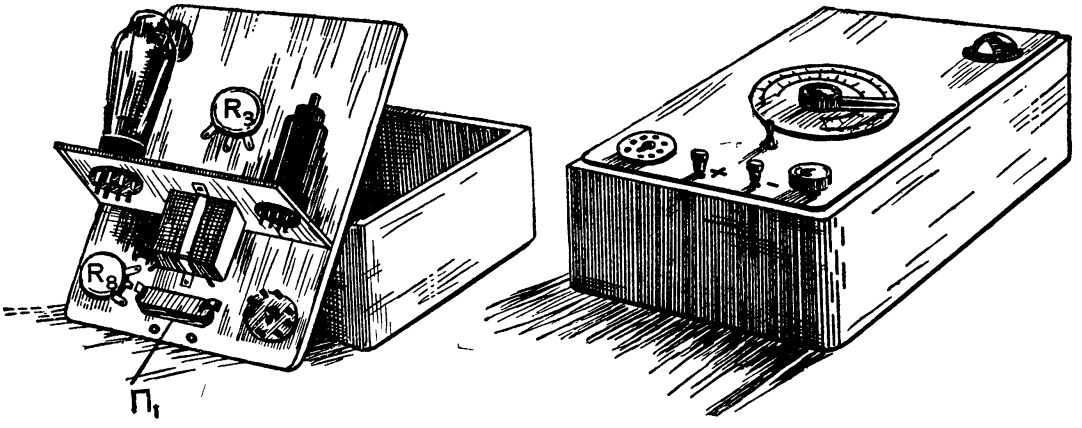


Рис. 39. Размещение деталей лампового вольтметра и общий вид прибора.

Конструкции приборов почти однотипны и отличаются друг от друга только некоторыми деталями. Все они монтируются на угловых панелях и устанавливаются в одинаковых ящиках размером 250×180×120 *мм*.

Особенностью конструкции всех приборов является укрепление панельки «глазка» на общем шасси (в горизонтальном положении). Это позволило значительно упростить монтаж приборов и установить их в небольших ящиках. «Глазки» снабжаются накладными зеркалами.

На рисунке 37 показан ламповый вольтметр, готовый к измерениям.

Ламповый вольтметр для постоянных напряжений. Ламповый вольтметр предназначается для измерения напряжений постоянного тока в пределах от 0 до 500 *в*. Он обладает большим входным сопротивлением и поэтому пригоден для самых разнообразных измерений.

Принципиальная схема прибора изображена на рисунке 38. В нем работают лампы 6Г7 и 6Е5С. (Диоды лампы 6Г7 не используются.)

Измеряемое напряжение подводится к входным зажимам «+» и «—». С помощью переключателя $П_1$ устанавливаются пределы измерения. Когда переключатель находится в верхнем положении, прибор будет измерять небольшое напряжение до 100 *в*. Напряжение до 500 *в* прибор измеряет при нижнем положении переключателя.

Стрелка-указатель устанавливается на потенциометре R_3. Около ручки этого потенциометра помещается шкала прибора. Нулевое положение стрелки-указателя соответствует верхнему положению движка R_3. При этом темный сектор «глазка» 6Е5С должен быть полностью закрыт. Чтобы добиться этого, движок (перед измерением) устанавливают в крайнее верхнее положение, а ручку переменного сопротивления R_8 вращают до тех пор, пока не закроется темный сектор «глазка». При измерениях показания прибора читаются прямо по шкале, которая градуируется в вольтах.

Прибор собран на угловой металлической панели. На рисунке 39 показаны размещение деталей на панели и общий вид прибора.

Данные всех деталей указаны на схеме.

Готовый прибор помещают в футляр и снабжают шнурами для измерения напряжений в радиоконструкциях. Один из проводов помещается в гибкий металлический чулок (экран) и соединяется с корпусом прибора.

Провод «плюс» лучше заканчивать щупом с иглой, а провод «минус» — зажимом типа «крокодил».

Градуировка прибора должна быть произведена по какому-нибудь высокоомному вольтметру хорошего качества. Однако прибор можно проградуировать и от батарей, напряжение которых известно. Градуируется прибор очень просто. Сначала напряжение измеряют контрольным прибором, а затем самодельным. Против стрелки-указателя на шкале ставят отметку, около которой пишут цифру, соответствующую показателям контрольного прибора. Сначала прибор градуируют на малые напряжения, а затем на большие.

Желательного соотношения между обеими шкалами можно добиться путем подбора делителя R_1 и R_2.

Ламповый вольтметр для переменных напряжений. Этот прибор мало чем отличается от вольтметра для постоянных напряжений. В схему прибора добавляется лишь выпрямитель на лампе 6Х6. Оба эти прибора можно объединить в один. Схема прибора дается на рисунке 40. Измеряемое напряжение подводится к зажимам *1* и *2*. Для расширения пределов измерения на входе прибора стоит делитель напряжения R_1, R_2. Измеряемое переменное напряжение сначала выпрямляется диодом, а затем поступает на сетку лампы 6Е5С.

При изготовлении этого прибора надо стараться соединять катод лампы 6Х6 с верхним зажимом самым коротким путем. С этой целью иногда лампу 6Х6 монтируют в специальном выносном кожухе — пробнике.

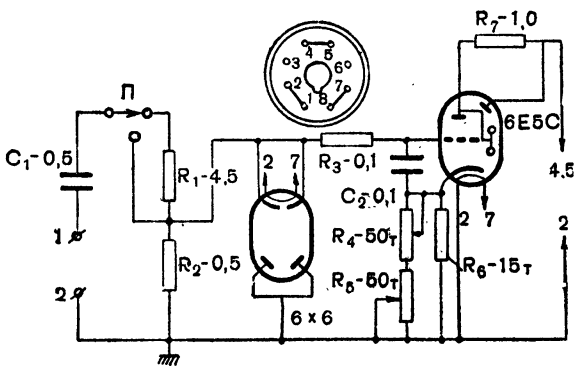


Рис. 40. Принципиальная схема лампового вольтметра для переменных напряжений.

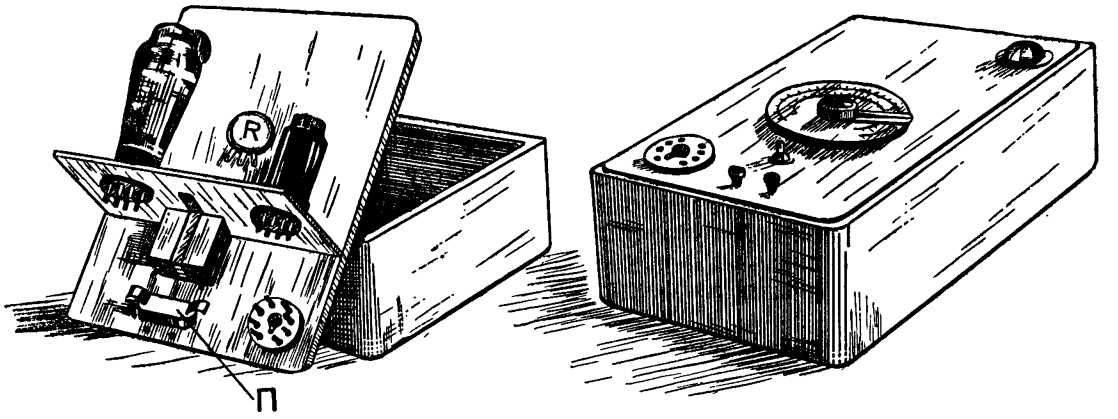


Рис. 41. Размещение деталей лампового вольтметра и общий вид прибора.

Градуируют прибор и пользуются им так же, как и первым вольтметром. Сопротивление R_4 служит для установки нуля; на сопротивление R_5 устанавливается стрелка.

Размещение деталей и общий вид прибора показаны на рисунке 41.

Прибор для измерения сопротивлений и емкостей. Описываемый прибор предназначен для измерения величины сопротивлений от 100 *ом* до 10 *мгом* и конденсаторов емкостью от 100 *пф* до 10 *мкф*.

Принципиальная схема прибора изображена на рисунке 42.

В основу прибора положена несколько видоизмененная схема обычного моста. Два плеча моста выполнены в виде одного общего переменного сопротивления R_4, называемого реохордом. Два других плеча составляют конденсаторы и сопротивления (в одном плече — эталонные, в другом — измеряемые).

Балансировка моста при измерениях достигается с помощью реохорда. Если ток в диагонали моста отсутствует, то на сетке лампы 6Е5С напряжения нет и теневой сектор имеет максимальный угол.

Питание моста осуществляется от вторичной обмотки небольшого повышающего трансформатора, включаемого своей первичной

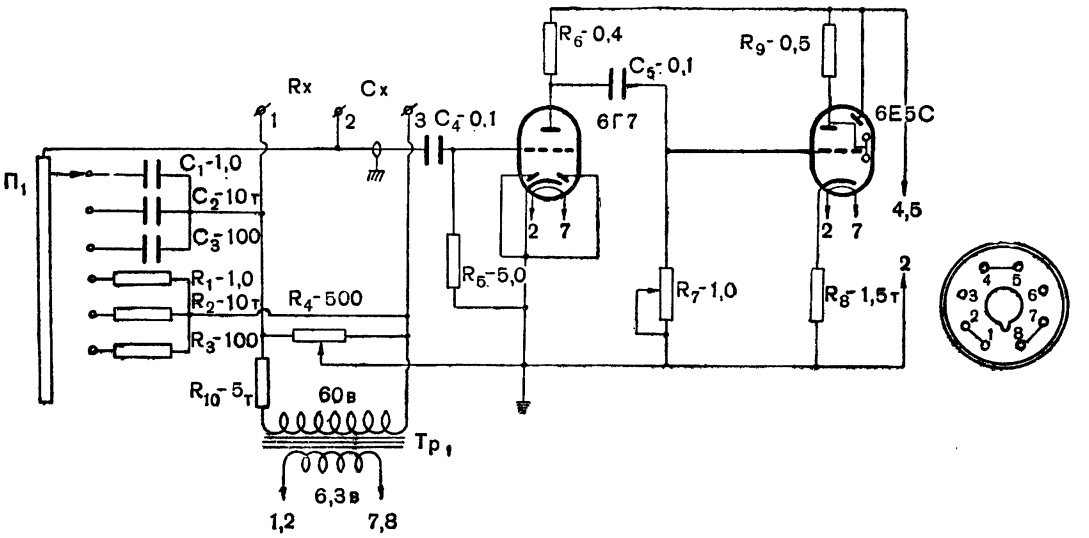


Рис. 42. Принципиальная схема мостика для измерения сопротивлений и конденсаторов.

обмоткой в цепь накала ламп. Сопротивление R_{10} автоматически регулирует напряжение при различных диапазонах измерений, что особенно необходимо при измерениях малых сопротивлений, когда возможна перегрузка большим током эталонных и измеряемых сопротивлений. При увеличении тока в цепях моста на сопротивлении R_{10} происходит значительное падение напряжения. Следовательно, и напряжение в цепях моста уменьшается.

Для увеличения чувствительности прибора и точности отсчетов в схеме работает усилитель на лампе 6Г7.

Основной частью прибора являются наборы (магазины) сопротивлений и конденсаторов. От точности подбора их величин и зависят показания прибора при измерениях. Эталонные сопротивления и конденсаторы переключаются с помощью переключателя $П_1$.

Обращение с прибором несложное. Включив прибор в сеть, измеряемую деталь присоединяют к соответствующим зажимам прибора. Переключатель $П_1$ устанавливают на контакт в зависимости от примерной величины измеряемого сопротивления или конденсатора.

При вращении ручки переменного сопротивления теневой сектор «глазка» в одном каком-то месте расширится. Это и будет соответствовать моменту отсчета показаний по шкале, которая укрепляется у ручки переменного сопротивления и снабжается стрелкой-указателем.

Сопротивление R_7 регулирует чувствительность прибора. При измерении малых сопротивлений и конденсаторов чувствительность прибора должна быть больше обычной, и регулятор ставится ближе к крайнему нижнему положению.

Конструкция прибора показана на рисунке 43. При сборке прибора следует обращать внимание на качество монтажа и экранировку. При измерениях прибор желательно заземлять.

Градуировка готового прибора может производиться по заводским приборам или с помощью заведомо проверенных деталей. Для этого такие детали подсоединяют к соответствующим зажимам и затем, отмечая момент наибольшего изменения теневого сектора «глазка», делают на шкале отметку, проставляя число омов или величину емкости, указанных на деталях. Найдя на шкале несколько опорных точек, наносят промежуточные значения.

При измерениях величина измеряемого сопротивления или конденсатора определяется как произведение числа, прочитанного на шкале реохорда, на соответствующий множитель шкалы (10 или 100, в зависимости от соотношений величин деталей в магазине).

Наибольший ток, потребляемый прибором от выпрямителя, будет не более 5—6 *ма*.

Этот прибор позволяет судить также о качестве конденсаторов при их измерениях. При плохих конденсаторах — с большой утечкой — сектор «глазка» получается размытым.

Сигнал-индикатор. Этот прибор мало распространен среди юных радиолюбителей. Однако при испытании и налаживании приемников и усилителей, а также при проверке звукоснимателей и микрофонов он является незаменимым прибором. Назначение сигнал-индикатора — контролировать прохождение радиосигнала по всему каналу устройства.

Принципиальная схема прибора показана на рисунке 44.

Сигнал-индикатор представляет собой двухступенный усилитель низкой частоты, первая лампа которого при проверке высокочастотных цепей работает сеточным детектором, а при испытании низкочастотных устройств обычным усилителем. В анод последней лампы включаются телефоны или громкоговоритель. Напряжение низкой частоты поступает через C_6 на диодную часть лампы 6Г7 и выпрямляется. Выпрямленное напряжение поступает в цепь сетки лампы 6Е5 и вызывает изменение затемненного сектора «глазка».

Пользование сигнал-индикатором простое. Предположим, что необходимо проверить путь прохождения сигнала в приемнике от антенны до усилителя низкой частоты. Испытания в высокочастотных цепях радиоконструкций начинают с первого контура высокой частоты приемника. Пробник присоединяют прямо к контуру, и приемник настраивают на станцию. При этом движок переменного сопротивления должен находиться в крайнем верхнем положении, которое соответствует максимальной чувствительности прибора. Наличие сигнала в громкоговорителе и изменение сектора «глазка» укажет на исправность всего канала до первого контура (включительно).

Постепенно передвигая пробник из одной ступени приемника в другую, убеждаются в исправности отдельных деталей и узлов

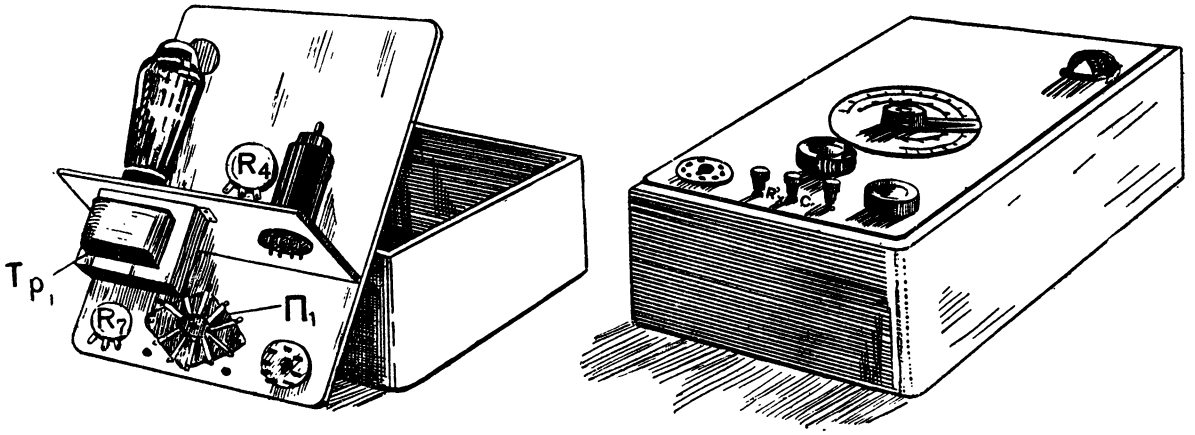
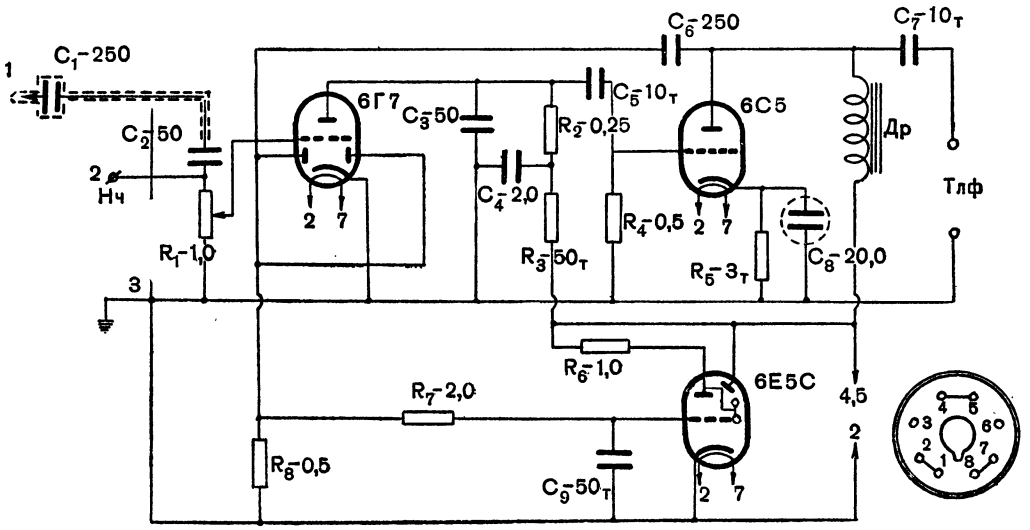


Рис. 43. Размещение деталей мостика и общий вид прибора.



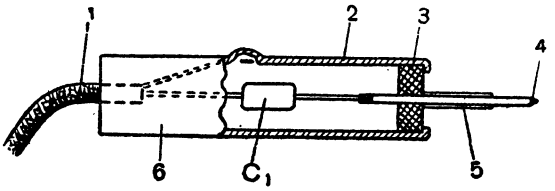


Рис. 44. Принципиальная схема сигнал-индикатора (в в е р х у) и конструкция высокочастотного пробника (в н и з у).

конструкции и легко находят неработающую цепь.

Так, например, если при подключении пробника к сетке лампы слышимость имеется, а при подключении к аноду той же лампы — пропадает, то можно сделать вывод, что неисправна данная ступень. Следует заметить, что по мере передвижения пробника необходимо уменьшать и чувствительность прибора.

В исправности различных цепей конструкции убеждаются путем прослушивания передачи на телефоны или громкоговоритель. «Глазок» же позволяет судить о незначительных изменениях силы сигнала, которые не могут быть замечены на слух. Особенно хорошо и легко «глазок» позволяет настраивать в резонанс контуры.

Для испытания в высокочастотных цепях радиоконструкций используют высокочастотный пробник, который присоединяют на вход к сигнал-индикатору (к зажимам *1* и *3*). Конструкция его показана на рисунке 44, внизу.

Экранированный гибкий кабель *(1)* к пробнику выходит через отверстие в передней панели. Внешний металлический чулок заземляется, а внутренний провод соединяется с конденсатором C_1.

Пробник может быть изготовлен из старой медной гильзы или корпуса от электролитического конденсатора *(2)*. Пробник заканчивается металлическим стержнем *(4)*, оклеенным несколькими слоями плотной бумаги, которая предохраняет его от случайных замыканий в проверяемой схеме *(5)*.

Проверка низкочастотных цепей различных конструкций (например, усилителей) производится обычным экранированным проводом, подключенным к зажимам *2* и *3*. Правила проверки цепей те же.

При работе с прибором, особенно при настройке контуров, следует учитывать влияние емкости прибора на резонансную частоту. Чтобы избежать этого, прибор включают не непосредственно к контурам, а после лампы, то-есть к следующей ступени. В приведенном примере для настройки первого контура прибор необходимо включать в анод первой лампы.

Внешний вид прибора и размещение деталей показаны на рисунке 45.

Испытатель ламп совершенно необходим в каждом кружке. Он позволяет проверять лампы на целостность нити накала, на замыкание между отдельными электродами и на эмиссионную способность ламп. В этом приборе, так же как и в предыдущих, в качестве индикатора применяется «глазок» 6Е5С.

Прибор позволяет произвести испытания радиоламп, наиболее распространенных в любительских конструкциях.

Принципиальная схема прибора изображена на рисунке 46.

Особенностью схемы испытателя является то, что испытываемая лампа ставится не в режим диодного выпрямителя, а в режим усилителя низкой частоты. Для этого на управляющую сетку испытуемой лампы подается переменное напряжение с частотой 50 *герц* из цепи накала ламп. Усиленное напряжение выпрямляется диодом и поступает на сетку «глазка» 6Е5. При этом теневой сектор «глазка» будет изменяться в зависимости от величины анодного тока (переменной составляющей) испыты-

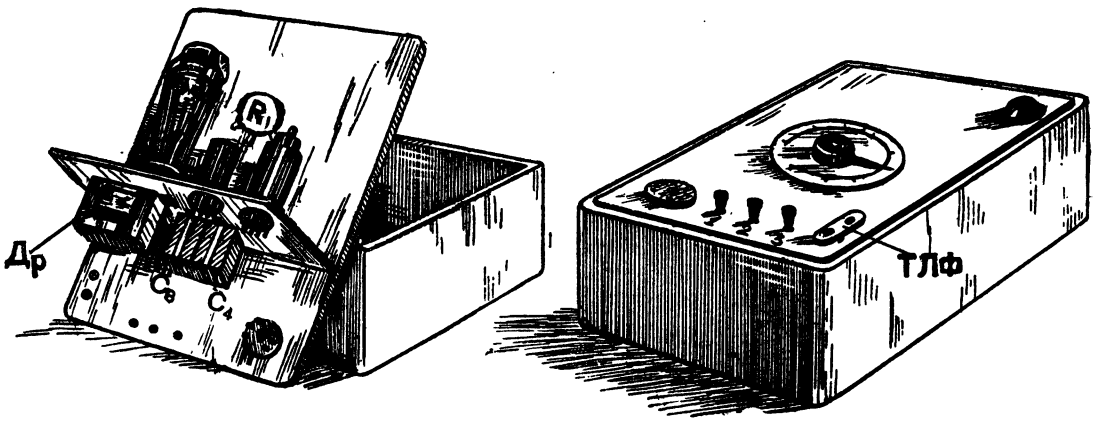


Рис. 45. Размещение деталей сигнал-индикатора и общий вид прибора.

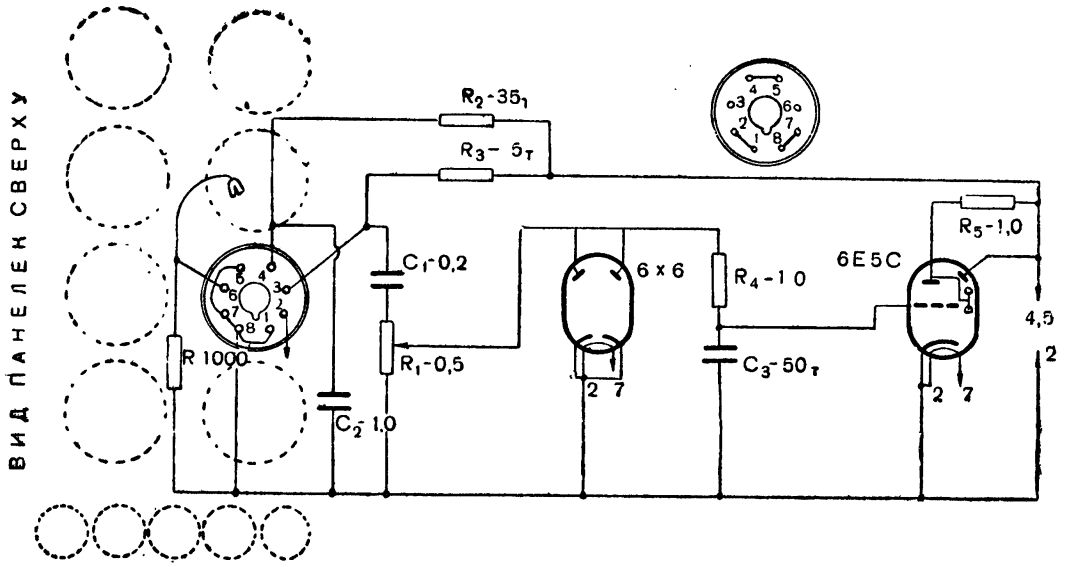


Рис. 46. Принципиальная схема испытателя ламп.

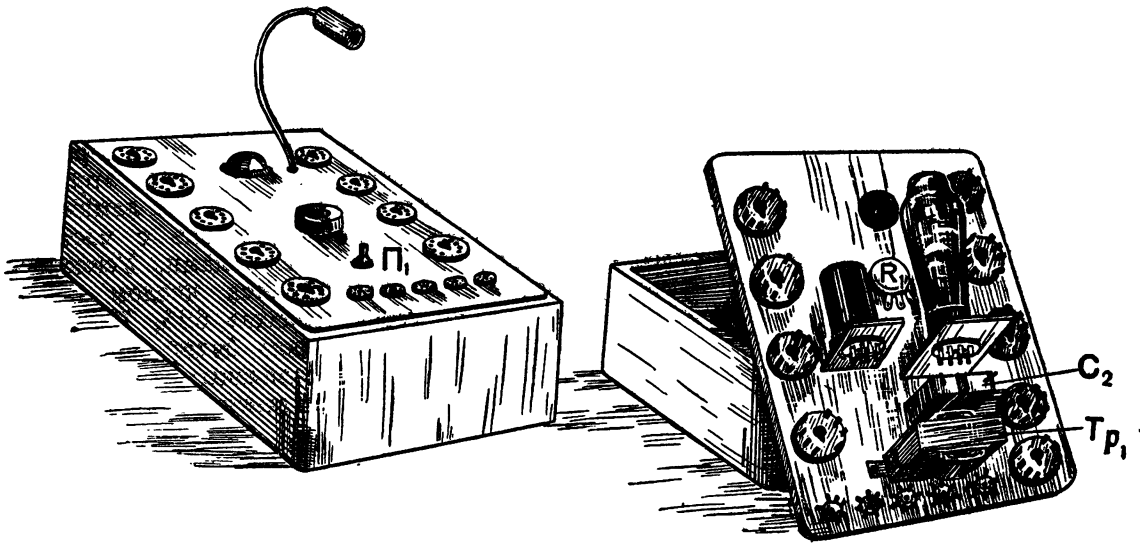


Рис. 47. Размещение деталей испытателя ламп и общий вид прибора.

ваемой лампы и, следовательно, давать представление об эмиссионной способности лампы.

Плохие лампы нарушают режим усиления или полностью прекращают его. Это можно легко обнаружить по индикатору.

Судить о годности лампы можно по специальной шкале, помещенной у переменного сопротивления R_1, ось которого снабжается стрелкой-указателем.

Хорошие лампы при испытании будут давать при одном из положений стрелки-указателя полное закрытие сектора «глазка», а лампы, потерявшие эмиссию, — при другом положении. Лампы с обрывом нити и короткими замыканиями между электродами вообще не будут менять размеры сектора «глазка».

Если испытываемая лампа имеет вывод сетки вверху, на стеклянном баллоне, то

необходимо на лампу надевать колпачок, выведенный на лицевую сторону панели прибора.

Для испытания батарейных ламп в схеме прибора установлен понижающий трансформатор, имеющий выводы на 1 и 2 *в* (питание нитей производится переменным током).

Конструкция прибора и его общий вид изображены на рисунке 47.

Не трудно сообразить, как надо соединить «гнезда» панелек, чтобы можно было испытывать различные лампы. Градуировать шкалы можно с помощью хороших ламп, проверенных на других приборах, устанавливая их на приборе в соответствующих панельках.

При проверке ламп, имеющих двойную систему (6Н7, 6Н8, 5Ц4 и т. д.), испытание второй системы может производиться с помощью кнопки, расположенной в центре прибора.

Измеритель емкости, индуктивности и резонансной частоты. При налаживании многоламповых конструкций и особенно при настройке их контуров в резонанс очень необходим измеритель резонансной частоты и индуктивности.

Принципиальная схема прибора показана на рисунке 48.

В нем работают, как и в большинстве других приборов, две лампы. Лампа 6Г7 в приборе работает в качестве генератора высокочастотных колебаний.

Испытываемая деталь, или колебательный контур, присоединяется к зажимам *1* и *2*.

При измерении емкости с помощью переключателя $П_2$ к зажимам *1* и *2* подключается постоянная индуктивность L_4, которая вместе с измеряемым конденсатором составляет колебательный контур. Переключатель $П_1$ устанавливается на любом из первых трех положений. Изменяя емкость C_{11} (вращением ручки), добиваются уменьшения теневого сектора «глазка» до тонкой линии. Ручка снабжается стрелкой-указателем, с помощью которой по шкале можно легко определить истинную величину детали.

Прибор работает следующим образом. Колебания гетеродина (лампы 6Г7) поступают через конденсатор C_1 к входным зажимам, куда присоединен испытываемый конденсатор. Так как параллельно этому конденсатору с помощью переключателя $П_2$ подсоединяется индуктивность L_4, то на входе прибора образуется колебательный контур, в котором величина индуктивности известна.

При резонансе частоты гетеродина и частоты образованного контура получается повышение напряжения на контуре, которое через конденсатор C_5 поступает на диоды лампы 6Г7 и детектируется ими. Переменное сопротивление R_1 является нагрузкой диодов. Образуемое на нем при детектировании падение напряжения своим отрицательным полюсом подается на управляющую сетку

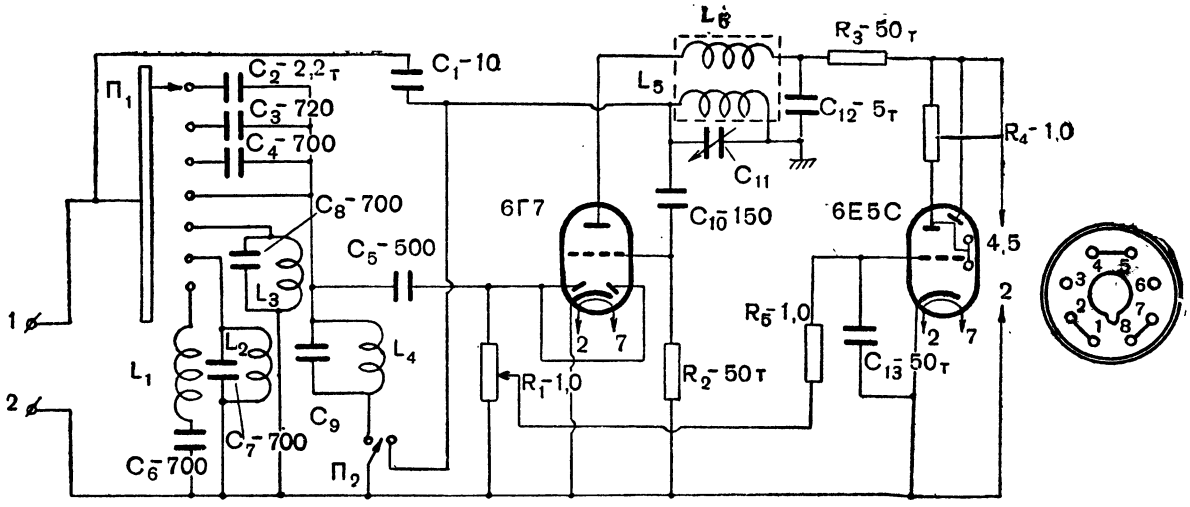


Рис. 48. Принципиальная схема измерителя катушек и конденсаторов.

«глазка» 6Е5. Теневой сектор «глазка» уменьшается.

Конденсаторы C_2, C_3 и C_4, подключаемые к измеряемой емкости с помощью переключателя $П_1$, необходимы при измерениях больших конденсаторов, больше 1 000 *пф*. При первом (верхнем) положении переключателя $П_1$ прибор измеряет емкости от 0 до 1 000 *пф*, при втором — от 0 до 10 т. *пф*, а при третьем — от 0 до 0,1 *мкф*.

При измерениях индуктивностей переключатель $П_2$ размыкается, а переключатель $П_1$ устанавливается в нижних положениях. При этом параллельно зажимам *1* и *2* подсоединяется тот или иной колебательный контур. Измеряемая индуктивность подключается также к зажимам *1* и *2*. Прибор позволяет измерять индуктивности (в положении *5*) от 0,01 до 3 *мгн*, в положении *6* — от 0,001 до 0,3 *мгн* и в положении *7* — ниже 0,001 *мгн*. Процесс измерения индуктивностей такой же, как и при измерении емкостей.

Для определения резонансной частоты какого-либо контура его присоединяют к зажимам *1* и *2*. Переключатель $П_2$ ставят в крайнее правое положение, а переключатель $П_1$ — в положение *4* и находят резонанс измеряемого контура по лампе 6Е5. Частота измеряемого контура определяется по шкале, так же как и величина конденсатора или индуктивности.

Конструкция и общий вид прибора показаны на рисунке 49. Из деталей прибора наиболее тщательного изготовления требуют катушки.

Все они типа «Универсаль» наматываются проводом ПЭШО 0,15. Количество витков катушек: L_1 — 80 витков, L_2 — 150 витков, L_3 — 230 витков, L_4 — 110 витков, L_5 — 110 витков, L_6 — 30 витков. Диаметр каркасов катушек 12 *мм*. Конденсаторы C_9 — 20 *пф*, а C_{11} — 700 *пф*.

Катушки желательно установить в прямоугольном экране.

Готовый прибор градуируется по проверенным деталям или с помощью измерительных мостиков.

Выпрямитель. Для питания всех измерительных приборов служит один выпрямитель. Он имеет выводы на все пять приборов и, таким образом, дает возможность пользоваться одновременно всеми приборами. К выпрямителю можно также присоединить испытываемую радиоконструкцию.

Выпрямитель собран по двухпериодной схеме на трансформаторе. Выходное напряжение выпрямителя под нагрузкой равно 180—200 *в*.

Принципиальная схема и общий вид выпрямителя показаны на рисунке 50. На верхней панели находятся переключатель сети, выключатель, лампа, выходные колодки и сигнальная лампочка.

Выпрямитель собирается в ящике установленного размера.

Если в кружке имеется возможность, то выходное напряжение выпрямителя желательно стабилизировать. Для этого подойдет стабиловольт, включаемый прямо на выходе выпрямителя.

Советы конструктору. Изготовление измерительных приборов требует серьезной работы и наличия определенных навыков. Хороший измерительный прибор могут сделать только те юные радиолюбители, которые занимаются радиотехникой не первый год. Очень продуманно надо подходить к выбору конструкции прибора. При проектировании прибора желательно составить

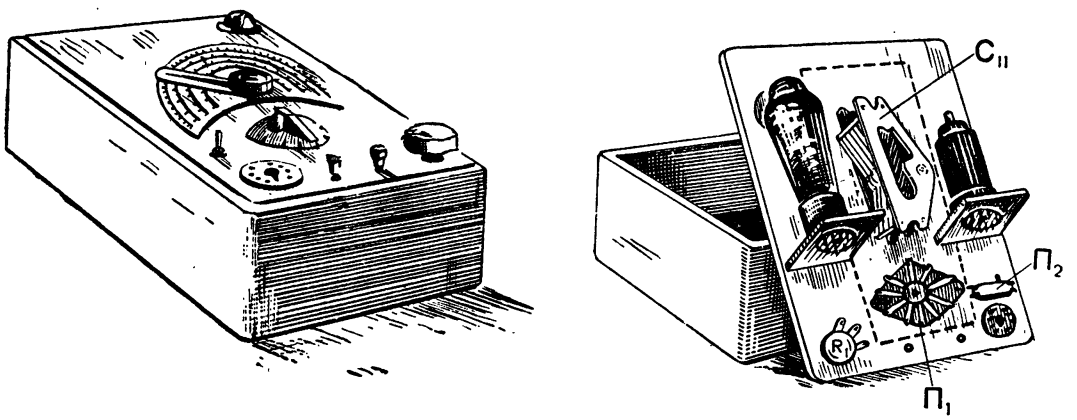


Рис. 49. Общий вид прибора и размещение деталей измерителя.

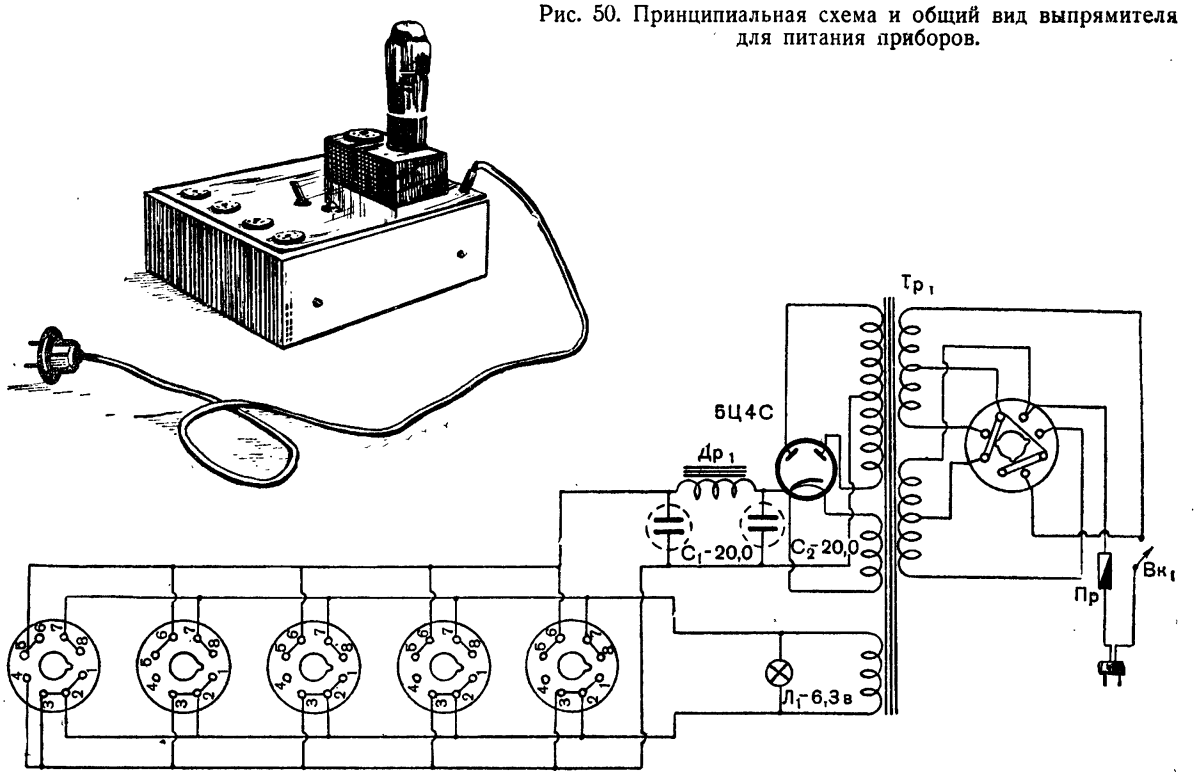


Рис. 50. Принципиальная схема и общий вид выпрямителя для питания приборов.

несколько вариантов расположения деталей, чтобы получить компактный и надежный прибор.

Длинные проводники, плохая экранировка, нестабильные источники питания, плохой по качеству монтаж — вот причины, вызывающие неудовлетворительную работу прибора. Часто надежной работы прибора нельзя добиться из-за плохого механического крепления деталей и низкого качества отдельных деталей. В приборах желательно применять только проверенные детали, хорошего качества и нужной величины.

При конструировании вольтметров очень важно правильно подобрать делители напряжения, установленные на входе приборов и служащие для расширения пределов измерения. Обычно в качестве делителей применяют сопротивления очень большой величины. Это делается для уменьшения тока, который ответвляется от измеряемой цепи и, следовательно, уменьшает погрешности в показаниях при измерениях. Сопротивления должны быть очень высокого качества, по точности соответствовать первому классу.

При изготовлении других приборов, например различных мостиков, большое внимание уделяется экранированию и стабильности источников питания. Задачами экранирования является ограждение прибора и его отдельных узлов от влияния температуры и различных внешних полей.

Стабильность же источников достигается путем применения в выпрямителях стабиловольтов и других регуляторов напряжения.

Наконец очень важно для удобства обращения с прибором быстро получать отсчеты. С этой целью конструкции приборов не могут содержать лишних ручек управления, а шкалы должны иметь крупный масштаб.

Для измерительных приборов хорошую шкалу можно изготовить следующим простым способом.

На листе засвеченной фотобумаги обычным закрепителем с помощью пера или рейсфедера вычерчивается шкала. При этом все надписи и обозначения будут бледно-розового цвета. Затем бумагу погружают в проявитель. Фон шкалы теперь почернеет, а надписи станут белыми.

После проявления шкала промывается и опускается в закрепитель, а затем снова промывается и сушится как обыкновенный фотоснимок.

При желании надписи можно раскрасить цветной тушью или краской. Шкалы с черными надписями и обозначениями можно делать, применив диапозитивные пластинки. В этом случае шкала сначала рисуется на пластинке, а затем с помощью обычной фотопечати переносится на бумагу. Этот способ очень удобен при изготовлении большого количества одинаковых шкал.

Бумажная шкала на измерительных приборах часто закрепляется с помощью прозрачного органического стекла.

Покраска деталей и футляров. Металлическим панелям и деталям радиоаппаратуры из жести, стали и дюраля можно придать очень красивый внешний вид, покрыв их поверхности лаком муар.

В настоящее время в продаже имеется упомянутый лак следующих цветов: черный — № 25, серый — № 23 и бежевый — № 4.

Перед покрытием лаком деталь следует обезжирить путем прогрева ее в печи (духовке) в течение 15—20 минут при температуре до 100°С, загрунтовать эмалью, выдерживающей горячую сушку, а потом подвергнуть лаковой шпаклевке и сушке. Когда деталь хорошо высохнет, ее обрабатывают пемзой с водой и наждачной бумагой и затем насухо протирают. После такой обработки поверхность детали покрывают с помощью пульверизатора ровным слоем лака муар. Нужно заметить, что деталь можно покрывать лаком и не подвергая ее грунтовке или шпаклевке. Но в этом случае покрытие будет менее прочным.

Покрытую лаком деталь помещают на 10—15 минут в печь (в духовку) при температуре до 80°С и время от времени наблюдают за образованием на ней рисунка. Узор получающегося рисунка зависит от толщины покрытия и продолжительности нагрева.

Деталь с образовавшимся узором вынимают на короткое время из печи для частичного охлаждения, а затем снова помещают в печь для окончательной сушки.

При температуре печи около 120—150°С деталь окончательно высыхает за 30—40 минут, а при более низкой температуре — за 2—3 часа.

При покраске футляров и деталей трудно избежать помарки или забрызгивания краской шкал, табличек с надписями и других мелких деталей. Чтобы защитить их от краски, перед покраской их следует покрыть тонким слоем вазелина. Случайно попавшая на эти места краска после просыхания легко стирается вместе с вазелином.

Некоторые приспособления для работы юных радиолюбителей. В процессе работы кружка у руководителя возникает необходимость в применении тех или иных приспособлений. Опишем некоторые из них, наиболее часто встречающиеся в практике радиотехнических кружков.

Звуковой генератор для изучения телеграфной азбуки. В ряде кружков пионеры и школьники изучают телеграфную азбуку, для чего делается специальный звуковой генератор. Но для этой же цели можно использовать любой батарейный или сетевой радиоприемник, имеющий две ступени усилителя низкой частоты.

Анод оконечной лампы приемника следует соединить через конденсатор емкостью в 50—100 *пф* с управляющей сеткой первой ступени, а в разрыв проводов, идущих к звуковой катушке динамика, включить ключ. Генерация при такой схеме возникает за счет положительной обратной связи в усилителе и имеет приятную тональность и хорошую стабильность.

Приспособление для намотки катушек типа «Универсаль». Простой намоточный станочек, разработанный радиолюбителем В. М. Ивановым (Москва), для намотки таких катушек изображен на рисунке 51. На нем можно наматывать катушки на каркасах диаметром от 9 до 22 *мм* с числом витков до 600. Кинематическая схема станочка показана в левом верхнем углу рисунка.

Рукоятка вращает ось, на которую насажен каркас катушки; от этой же ручки через зубчатку и эксцентрик перемещается направляющая планка.

Эксцентрик изготовляют из эбонита. В центре его сверлят отверстие, равное диаметру оси. На расстоянии 7 *мм* делают другое такое отверстие и затем напильником пропиливают небольшую канавку. Она служит для передвижения эксцентрика. От того, насколько сдвинут эксцентрик, зависит ширина намотки катушки.

Направляющая планка изготовляется также из эбонита. На одном ее конце прорезают продольное отверстие, служащее для закрепления планки в нужном положении.

Другой конец направляющей планки с помощью груза, вес которого подбирается,

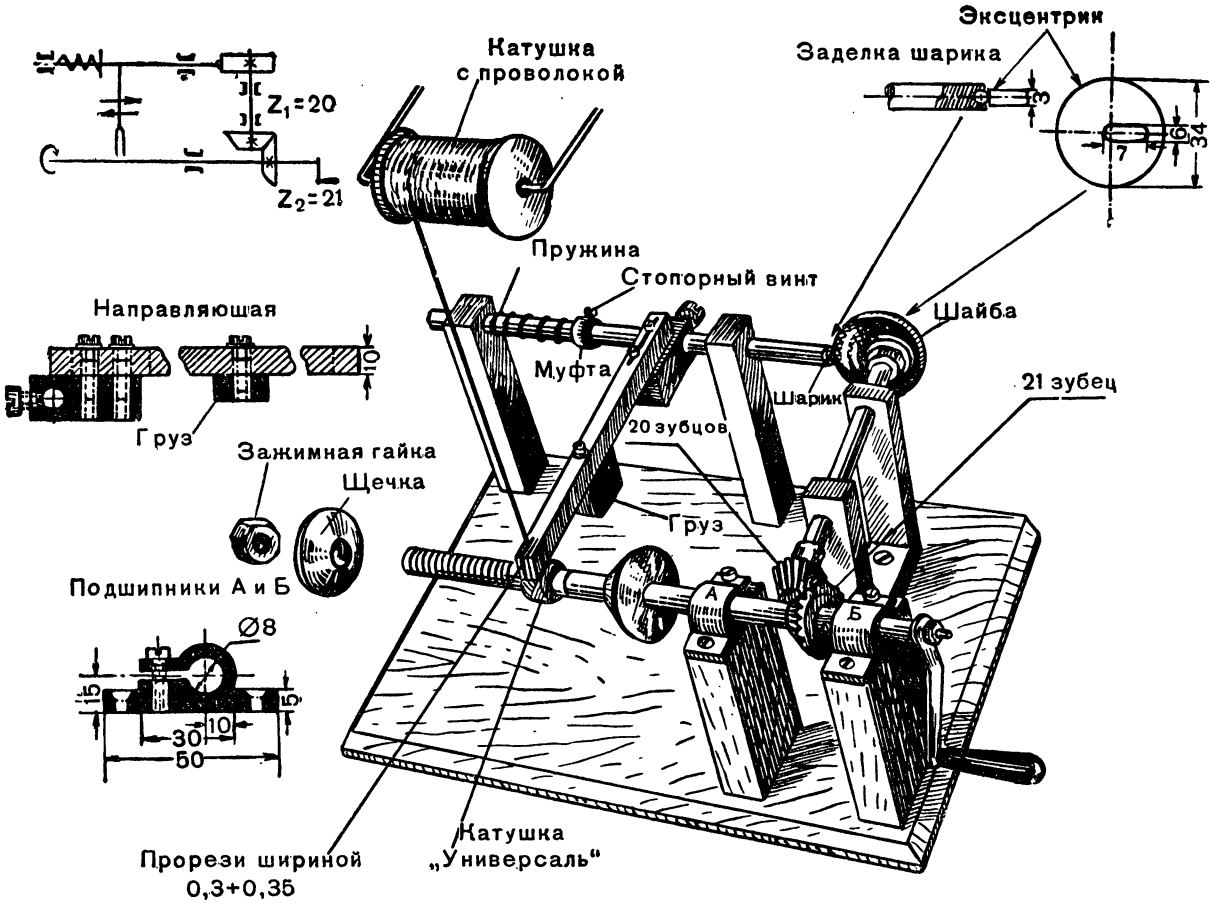


Рис. 51. Приспособление для намотки катушек типа «Универсаль».

прижимается к катушке. При намотке каркас катушки зажимается между щечками от катушек из-под ниток.

При изготовлении станочка надо стараться хорошо подбирать его отдельные детали, чтобы избежать лишнего трения или люфтов в подшипниках. Конструкция станочка может быть изменена применительно к возможностям радиокружка.

Приспособления для налаживания радиоаппаратуры. При налаживании различных конструкций иногда нужно знать о наличии напряжения в линии. Простейшим индикатором такого рода может быть неоновая лампочка типа МН-3 или МН-5 (рис. 52).

Пробник с неоновой лампочкой помещается в ручке обыкновенной отвертки. Для этого в ней просверливаются два отверстия. В одно из них — большего диаметра — вставляется неоновая лампочка и сопротивление в 1 *мгом*. Одним концом сопротивление припаивается к металлическому стержню отвертки, а другим — к выводу неоновой лампочки. Второе отверстие необходимо для вывода провода от цоколя неоновой лампочки. Этот провод присоединяется к небольшому металлическому кольцу на ручке отвертки.

При испытаниях отвертку берут так, чтобы металлическое кольцо на ручке имело надежный контакт с ладонью руки. Затем стержнем отвертки прикасаются к испытываемому проводу. Если лампочка загорается, то это указывает на наличие напряжения в проверяемой линии.

Лампочка загорается при напряжении от 100 *в* и выше как от переменного тока, так и от постоянного тока.

Для настройки контуров приемников удоб-

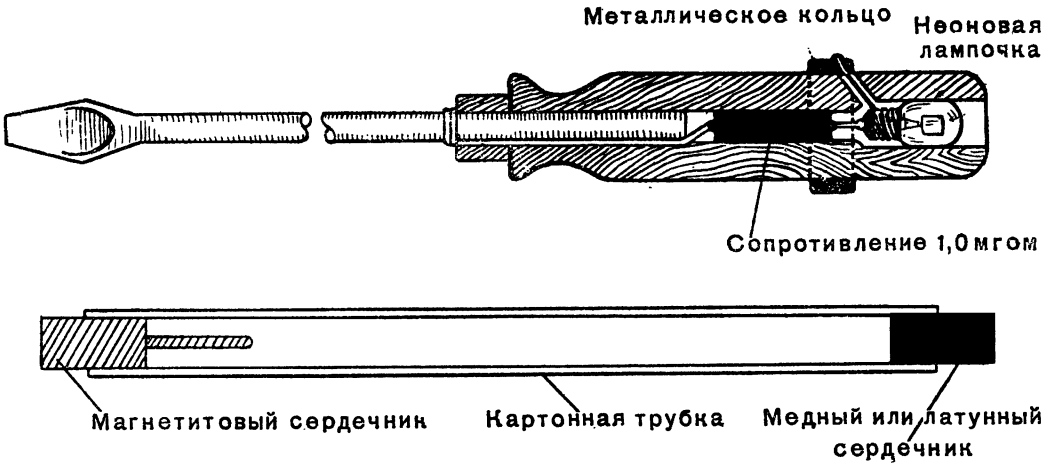


Рис. 52. Пробник с неоновой лампочкой.

но применять испытательную палочку, показанную на рисунке 52.

Основанием палочки служит картонная трубка, с одной стороны которой укрепляют магнетитовый сердечник, а с другой — латунный. Когда палочку вставляют латунным концом внутрь настраиваемой катушки, индуктивность катушки уменьшается. Если при этом слышимость какой-нибудь станции возрастает, то это значит, что с катушки надо смотать часть витков. Когда же палочку вставляют магнетитовым концом, индуктивность увеличивается.

Ремонт паяльников. В практике радиомонтажных работ часто выходят из строя паяльники. Перемотка их доставляет много хлопот руководителю радиокружка, так как отсутствует листовая слюда, необходимая для изоляции обмотки паяльника. Вместо нее советуем применить слюду от вышедших из употребления экранированных свеч автомобильных двигателей, которые можно найти в любом гараже или МТС. Извлекается слюда из свечи очень легко: для этого достаточно спилить напильником верхний бортик ее экрана. Слюды, имеющейся в одной свече, вполне достаточно для изоляции двух-трех обмоток.

При перемотке паяльника всего проще и удобнее закреплять слюду так: из тонкой папиросной бумаги вырезают ленту, равную по ширине длине обмотки. Затем на расстояние 15 *мм* от конца ленты на нее накладывают, а затем слегка приклеивают нужных размеров слюду. После этого бумажная лента вместе со слюдой туго накатывается на стержень паяльника. Излишек ленты отрезается, а оставшийся конец ее длиной 15—20 *мм* приклеивается к поверхности стержня паяльника так, чтобы слюда не могла раскрутиться. Затем обычным способом производят намотку проволоки и сборку паяльника. При первом же включении паяльника в сеть намотанная со слюдой бумага сгорит, а витки обмотки немного ослабнут. Поэтому при перемотке паяльника надо применять очень тонкую бумагу и как можно туже натягивать наматываемый про-

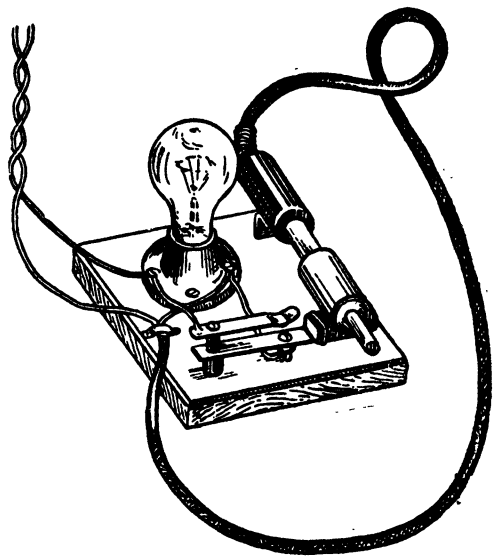


Рис. 53. Приспособление для включения паяльника.

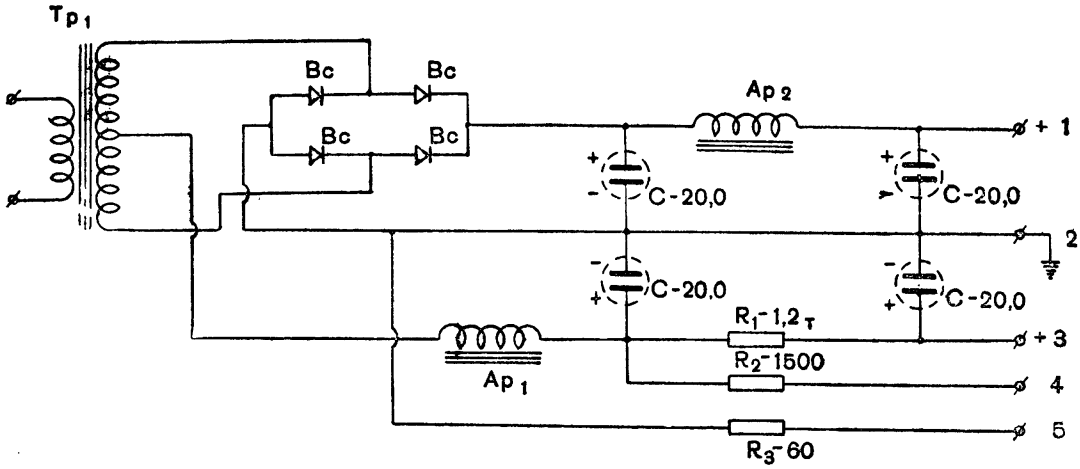


Рис. 54. Принципиальная схема универсального выпрямителя.

вод. Следует учесть, что спирали паяльников чаще всего перегорают в местах соединения их с концами токоподводящих проводов. Происходит это потому, что при простом скручивании концов спирали с названными проводами получаются контакты с очень большим переходным сопротивлением и тонкая проволока спирали в этом месте сильно перегревается. Чтобы устранить это, к концам спирали привариваются кусочки провода длиной 10—15 *см* из такого же материала, из какого намотана сама спираль, но в два-три раза большего диаметра. Токоподводящие же провода присоединяются к другим концам этих наставных проводников путем обычного скручивания. Такие скрутки благодаря значительной толщине проводов не будут сильно нагреваться и перегорать.

Сварку можно производить с помощью электрической дуги, где используются два угля от кинопроектора при напряжении 25—35 *в*. Часто при работе паяльник сильно нагревается. Чтобы избежать перегрева паяльника, его можно включить в сеть через лампочку. Удобно это делать с помощью специальных подставок (рис. 53).

Когда паяльником не пользуются, его кладут на металлическую пластинку — державку. Под тяжестью паяльника державка опускается, разрывает контакт и в цепь паяльника включается лампочка накаливания. При такой подставке паяльник будет поддерживаться всегда горячим и не будет перегреваться.

Выпрямитель для испытания радиоконструкций. Часто в радиотехнических кружках возникает необходимость в различных постоянных напряжениях для испытания сетевых и батарейных приемников и других конструкций.

На специально оборудованных рабочих столах для этой цели устанавливается рабочий щиток, к зажимам которого подключаются источники постоянных напряжений.

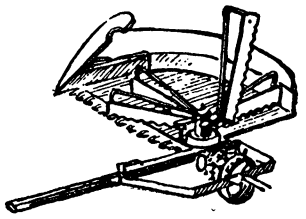
Различные постоянные напряжения можно получить от выпрямителя, схема которого изображена на рисунке 54. Вторичная обмотка силового трансформатора дает 250 *в*. Это напряжение выпрямляется селеновыми выпрямителями, включенными по схеме моста. Таким образом, на зажимах *1* и *2* получается постоянное напряжение в 250 *в*.

Между зажимами *3* и *2* напряжение равно половине, то-есть 125 *в*, так как отвод от вторичной обмотки делается строго посредине.

Другие, более низкие постоянные напряжения можно получить между зажимами *4* и *5*, *2* и *4*. Напряжения на зажимах будут зависеть от величины сопротивлений R_2 и R_3, включенных в этих цепях.

Выпрямитель собирается на угловой панели и помещается в закрытом ящике.

МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ КРУЖОК



С каждым годом в нашей стране создается все больше и больше машин. Только в 1950 году нашей промышленностью создано более 400, а в 1951 году более 500 типов новых машин, станков и механизмов. На стройках нашей Родины работают мощные шагающие экскаваторы и земснаряды, гигантские дорожные машины и автомобили. Социалистическая промышленность обогатилась станками-автоматами, уникальными станками-гигантами.

В послевоенные годы сконструировано и построено много новых типов сельскохозяйственных машин. Из них особенно известны: картофелепосадочная машина для гнездовой посадки картофеля, рассадопосадочная машина, картофеле- и свеклоуборочный комбайн и другие высокопроизводительные машины.

Советские ученые и специалисты, конструкторы и рабочие упорно и настойчиво трудятся над созданием новых машин и механизмов, облегчающих человеку труд.

Большой интерес к изучению машин и механизмов проявляют пионеры и школьники.

Изучать машины и строить их модели лучше всего организованно, в кружках. Кружки могут быть созданы в школах, домах пионеров, на детских технических станциях и т. д.

В машиностроительном кружке юные техники знакомятся с устройством машин, узнают о совершенных советских механизмах, получают конструкторские навыки и умения.

Занятия машиностроительного кружка должны проводиться в отдельной лаборатории-мастерской. Так как изготовление моделей машин связано с обработкой дерева и металла, оборудование мастерской должно включать разнообразные станки, верстаки, рабочие столы и инструменты. В мастерской желательно иметь токарные станки по дереву и металлу, небольшой сверлильный станок, различные электрифицированные инструменты: виброножницы, электроточило, электродрели, электролобзик и т. д.

Столярные верстаки должны быть небольшими, с двумя зажимными винтами. Если настоящий верстак достать трудно, его можно сделать самим из толстых досок.

Столярные верстаки не являются постоянным местом работы для кружковца. Они служат только для выполнения частичных столярных работ. На группу в 15 человек достаточно иметь два-три верстака.

Постоянное рабочее место юного техника — стол.

Для хранения некоторых инструментов и материалов используют выдвижные ящики столов.

Каждое рабочее место снабжается постоянно привернутыми небольшими тисками для работы с металлом.

Для крупных слесарных работ в мастерской должны быть один или два верстака со стуловыми тисками. На таком верстаке может быть укреплен и брусок (штанга) для работ с жестью. Перечень столярного и слесарного инструмента дается в приложении.

При подготовке материала следует прежде всего обращать внимание на заготовку реек, брусков и досок из различных пород дерева, фанеры, картона, плексигласа, проволоки различного сечения, листовых металлов, различных металлических прутков и т. д. Большую пользу в работе кружка принесут металлические конструкторы, наборы типа «Строитель» и т. д.

Из крепежных деталей в мастерской должны быть разных размеров гвозди, шурупы, винты, гайки, шайбы и т. п. В кружке необходимо иметь олифу, клей, замазку, лаки, краски, машинное масло; для разведения клея — клеянку и для малярных работ — кисти. Для сжатия и просушки склеиваемых деталей понадобятся струбцины.

Нельзя забывать и о наглядных пособиях по машиностроению. На стенах развешивают чертежи, схемы, рисунки, фотографии машин и механизмов. Интересно иметь также механизмы разных передач в виде действующих моделей, например фрикционную, зубчатую, цепную, кривошипно-шатунную и другие.

На рисунке 1 показан стенд с основными передачами, которые применяются в машинах. На стенде все механизмы условно показаны в сцеплении друг с другом. При вращении за рукоятку все передачи приходят в движение. Такой стенд с передачами следует иметь в каждом машиностроительном кружке, так как он дает возможность наглядно изучить, как работает та или иная передача. Модели таких механизмов могут изготовить сами кружковцы.

В мастерской должны быть и отдельные детали машин: шестерни, коленчатые валы, шатуны, подшипники, коробки скоростей, кривошипно-шатунный, дифференциальный механизмы и другие. На различных наглядных схемах интересно показать технологический процесс изготовления некоторых деталей.

Известную пользу в работе кружка принесут настольные альбомы типовых машин, например альбом фотографий по сельскохозяйственным, дорожным, строительным, транспортным, грузоподъемным и другим машинам.

Перед тем как организовать кружок, руководитель должен провести с пионерами и школьниками несколько экскурсий на производство, чтобы познакомить их с устройством и работой сельскохозяйственных, землеройных, дорожных, грузоподъемных, строительных и других машин, с лучшими людьми производства.

На занятиях в машиностроительном кружке юные техники изготовляют различные модели машин, изучают настоящие машины или учатся управлять ими. Но чтобы строить модель какой-либо машины, мало уметь строгать, пилить и паять, необходимо знать теорию машиностроения, иначе юный техник будет работать вслепую, неуверенно.

На занятиях кружка юные техники должны получить сведения по материаловедению, машиноведению, навыки по столярному и слесарному делу, по работе на токарных станках, познакомиться с элементами конструирования машин и их управлением. Полезно беседу проводить непосредственно у машины.

Сведения по материаловедению должны включать основные понятия по разновидностям и свойствам строительных материалов: дерева, металлов и пластмасс, виды холодной и горячей обработки (для металлов — закалку, цементацию, отпуск), элементарные понятия о сопротивлении материалов.

В сведениях по машиноведению даются основные понятия о деталях машин, элементарные понятия о передачах и видах движения, некоторые простейшие и доступные расчеты механизмов.

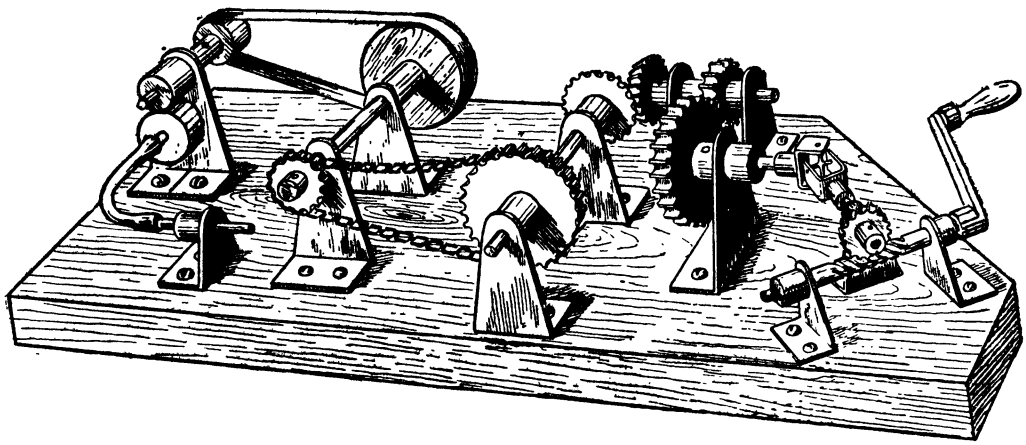


Рис. 1. Стенд с основными передачами.

Необходимо также дать общие понятия о принципах работы металлорежущих, деревообделочных станков — токарных, сверлильных и других.

В машиностроительных кружках кружковцы должны приобрести навыки по чтению чертежей, составлению эскизов элементов машин с натуры.

Машиностроительные кружки могут быть первого, второго и третьего года занятий.

Юным техникам первого года обучения не следует сообщать сложных теоретических сведений.

В следующие годы занятий, по мере роста знаний и умений кружковцев, необходимо знакомить их с более глубокими теоретическими материалами, практиковать творческую работу.

Вначале юный техник вносит в модель лишь небольшие рациональные изменения: улучшает какую-нибудь деталь или узел. Затем он выполняет конкретное задание, полученное от руководителя: переделать шатун, изменить крепление, упростить ту или иную передачу. В дальнейшем, накопив достаточный практический и теоретический опыт, юный техник может смело браться за самостоятельную разработку новой модели.

Модель одной и той же машины можно строить в кружках первого, второго и третьего года занятий, улучшая и совершенствуя ее из года в год. Так, в кружке первого года занятий можно сделать экскаватор только с одним каким-либо движением, например подъемом и опусканием стрелы; в кружках второго и третьего года занятий в такой же модели следует добиться сочетания других дополнительных движений: хода гусениц, поворота ковша и т. д. Но совсем не обязательно, чтобы все два-три года один кружковец занимался одной и той же моделью.

Для изготовления в машиностроительных кружках можно рекомендовать следующие модели:

Сельскохозяйственные машины как конные, так и тракторные: плуги, дисковые бороны, культиваторы, сеялки, стогометатели, сенокосилки, механические грабли, картофельные комбайны, рассадопосадочные машины, молотильные сортировочные машины, комбайн.

Транспортные и строительные машины: транспортеры, подъемные краны, погрузчики, экскаваторы, землечерпалки, канавокопатели, дорожные машины, автомобили, тракторы, электровозы, электрокары.

Станки: простейшие намоточные, сверлильные, выпиловочные, токарные по дереву. Большой интерес представляет постройка моделей двигателей.

НЕКОТОРЫЕ СВЕДЕНИЯ О МАШИНАХ И МЕХАНИЗМАХ

Окружающие нас машины в зависимости от назначения принято делить на три основных вида: машины-двигатели, машины-орудия и машины-трансформаторы.

К **машинам-двигателям** относятся: паровые машины, двигатели внутреннего сгорания, паровые турбины, электромоторы, водяные, ветряные, реактивные двигатели и т. д.

Машины-двигатели служат для получения механической энергии, которая обычно выражается в форме вращательного движения рабочего вала двигателя. Вращение вала двигателя при помощи тех или иных средств (ремня, шестерни, муфты и т. д.) передается другим машинам. Двигатель является как бы источником вращения — приводом.

Вторая группа — это **машины-орудия**, или машины-исполнители. К этому виду машин относятся самые разнообразные машины, выполняющие непосредственно работу. Сюда входят все виды станков: металлорежущие, деревообрабатывающие, ткацкие, типографские, грузоподъемные, землеройные, сельскохозяйственные и другие.

Машины-орудия могут быть простыми и очень сложными, например машины-автоматы.

Третий вид машин — **машины-трансформаторы**, преобразующие один вид энергии в другой. К таким машинам относятся: компрессоры, преобразующие механическую энергию в энергию сжатого воздуха, динамомашины, где механическая энергия переходит в электрическую, и т. д.

Рассматривая ту или иную машину, мы замечаем, что она состоит из разного рода деталей, причем все детали машины расположены в определенном порядке и взаимно связаны между собой. Одни из деталей являются подвижными, другие — неподвижными, служащими для укрепления подвижных деталей.

Рассматривая, например, приводной узел ножной швейной машины, показанной на ри-

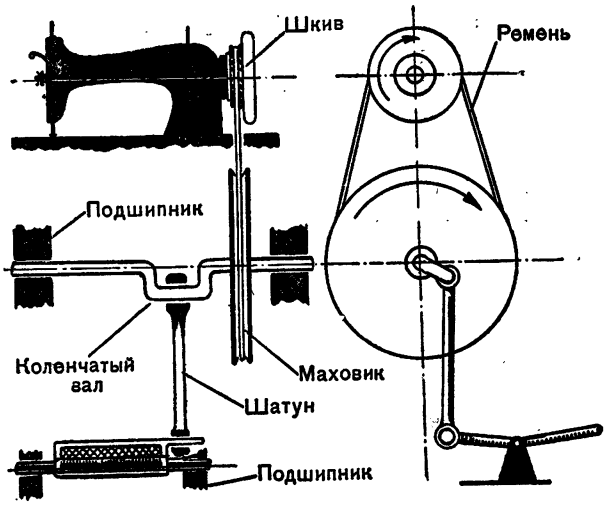


Рис. 2. Взаимная связь деталей механизма швейной машины.

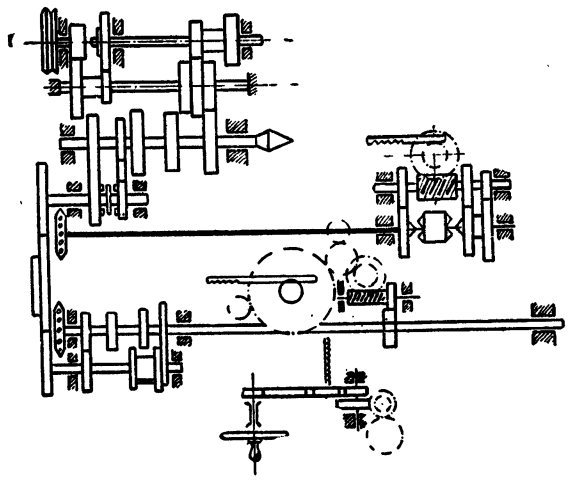


Рис. 3. Кинематическая схема револьверного станка.

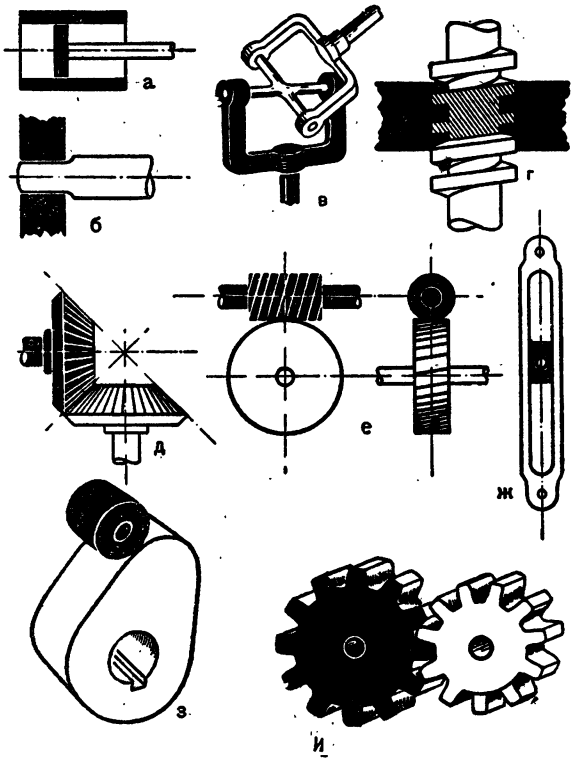


Рис. 4. Примеры кинематических пар:

а — поступательная пара (поршень в цилиндре); *о* — вращательная пара; *в* — вращательная пара (шарнир кардана); *г* — винтовая пара; *д* — зубчатая пара (конические шестерни); *е* — червячная пара; *ж* — поступательная пара (кулиса с подушкой); *з* — кулачковая пара; *и* — зубчатая пара (цилиндрические шестерни).

сунке 2, мы видим, что ее станина с подшипниками неподвижна, а вал, шатун и педаль являются подвижными частями, передающими друг другу определенные движения. Так, от педали движение передается шатуну, от шатуна к кривошипу вала, а от него через колесо и ремень движение сообщается малому шкиву.

Эти связанные между собой звенья образуют механизмы машины. В машине может быть один или несколько механизмов. В нашем примере швейной машины кривошипный вал и шатун образуют кривошипно-шатунный механизм, шкивы и ремень — передаточный механизм, для намотки челночной шпульки существует кулачковый механизм и т. д. Все механизмы образуют общий механизм машины.

Для лучшего изучения механизмов обычно делают схематический чертеж механизмов машины, так называемую кинематическую схему. На схеме показывают все движущие звенья машины и их взаимную связь. Стационарные части — станину, раму и другие детали, не составляющие сущность механизма, на схемах обычно не изображают.

На схеме (рис. 3) отдельные звенья механизма рисуют в виде условных обозначений. Схема не дает точного представления о форме деталей, но она наглядно показывает, какими механизмами обладает данная машина. Рассматривая кинематическую схе-

му какого-либо механизма, мы определяем, из каких звеньев он состоит и в какой зависимости эти звенья находятся между собой.

Два звена механизма, связанных друг с другом, принято называть кинематической парой. Так, в разбираемой нами швейной машине педаль и шатун представляют одну кинематическую пару, шатун и коленчатый вал — другую. Коленчатый вал и его подшипник, в свою очередь, тоже составляют кинематическую пару.

На рисунке 4 даны примеры кинематических пар, которые часто встречаются в механизмах. От числа кинематических пар будет зависеть сложность механизма. Простейший механизм может состоять из двух деталей, например втулки и двигающегося в ней валика, винта и гайки и пр.

Рассматривая механизмы разных машин, нетрудно заметить, что во многих машинах повторяются одни и те же характерные механизмы. Так, кривошипно-шатунный механизм мы можем видеть и в двигателях внутреннего сгорания, и в паровой машине, и в прессах, и в насосах, и в жатвенных машинах и т. д.

Основными материалами для постройки машин служат сталь, чугун, дерево и некоторые другие. Всякая машина должна быть надежной и прочной в работе. Поломка какой-либо части машины приводит ее в негодность и может быть опасна для человека. Поэтому детали машин должны быть достаточно прочными.

Как же определить прочность детали? Какой, например, толщины надо взять ножки у станка, чтобы они надежно несли всю нагрузку? Толстые ножки слишком тяжелы, массивны, на них пойдет много материала, а тонкие — разрушатся.

Необходимую прочность конструкции машины определяют расчетным путем. Исходными данными при расчете обычно являются нагрузка, которую должна выдерживать деталь, и прочность материала, из которого она будет сделана.

Разберем вначале, как влияет нагрузка (сила) на какую-либо деталь.

Всякая нагрузка, как бы она ни была мала, производит ту или иную деформацию детали, то-есть деталь теряет свою первоначальную форму. При малой нагрузке изменение формы детали может быть почти неощутимо, при чрезмерной — деталь может сильно деформироваться и стать непригодной для работы.

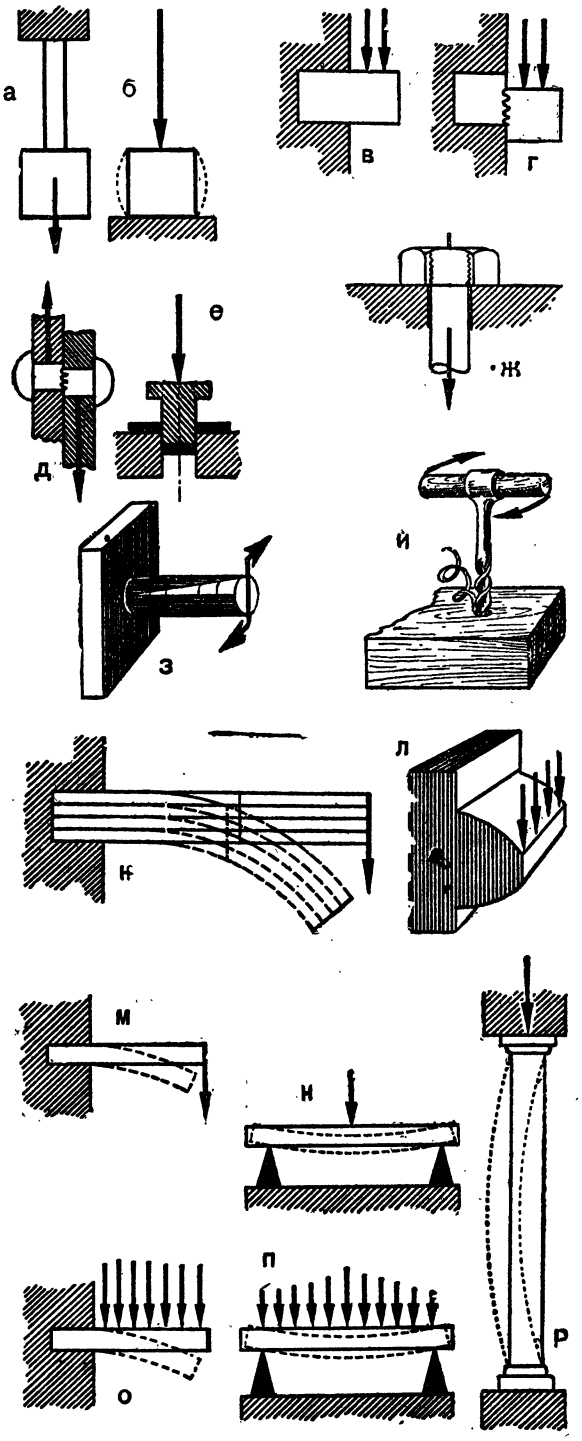


Рис. 5. Виды деформаций:

а — растяжение; *б* — сжатие; *в, г, д, е, ж* — срез; *з, и* — кручение; *к, л, м, н, о, п* — изгиб; *р* — продольный изгиб.

Если мы будем сжимать кусочек резины или изгибать линейку, то вызовем деформацию этих тел. Удалив силы, вызвавшие деформацию, мы заметим, что эти тела принимают первоначальную форму. Подобное явление можно заметить и на других телах. Такая деформация, когда тело после удаления силы принимает первоначальное положение, называется упругой деформацией.

Но может случиться так, что силы, действующие на деталь, будут слишком велики и деталь после удаления этих сил не примет прежнюю форму, а останется деформированной (раздавленной, скрученной или согнутой). Такая деформация называется остаточной.

Подобные остаточные деформации недопустимы в конструкциях, так как приводят машины в негодность. Поэтому, как правило, детали рассчитываются с учетом упругой деформации.

Какие же виды деформаций могут встретиться в деталях под действием нагрузки? Их можно свести к нескольким основным (рис. 5): растяжению, сжатию или смятию, сдвигу или срезу, кручению и изгибу. Каждая из этих деформаций при конструировании машины должна строго учитываться.

Для того чтобы деталь не деформировалась и не разрушалась, необходимо учитывать также прочность материала, из которого она сделана.

Опытным путем установлено, что каждый материал имеет свою прочность, которая выражается определенным числом. Эта величина прочности иначе называется «допускаемое напряжение» (нагрузка в *кг*, приходящаяся на 1 *см*^{2} площади сечения). Величина прочности материалов дается в специальной таблице (см. приложения).

Решим такую задачу: какого сечения нужно взять стальной стержень, чтобы на него можно было подвесить груз (P) в 2 000 *кг*. Допускаемое напряжение при растяжении для стали принимаем за 1 000 *кг/см*^{2}. Пользуясь формулой $S = \frac{P}{R_z}$ и подставив в нее значения, получим:

$$S = \frac{2\,000}{1\,000} = 2\ см^2,$$

где P — нагрузка в килограммах, R_z — допускаемое напряжение на растяжение, которое по таблице равно 1 000 *кг/см*^{2}, S — площадь сечения стержня в квадратных сантиметрах.

Будет ли наш стержень круглым, прямоугольным или какого-либо другого профиля, все равно его площадь сечения должна составлять 2 *см*^{2}.

Если для модели необходим круглый стержень, то его диаметр можно найти по формуле:

$$S = \frac{3{,}14 \cdot Д^2}{4},$$

где $Д$ — диаметр стержня.

Подставив в эту формулу числовые данные, определим диаметр стержня для нашего случая:

$$Д^2 = \frac{4 \cdot S}{3{,}14} = \frac{4 \cdot 2}{3{,}14} = 2{,}5$$

или: $Д = 1{,}55$ *см* (15,5 *мм*).

Таким же образом можно произвести расчет на сжатие и сдвиг. При этом вместо допускаемого напряжения на растяжение берут из таблицы напряжение на сжатие ($R_д$) или на сдвиг (R_s).

Расчеты на изгиб и кручение более сложны и здесь не приводятся. Но следует учесть, что при изгибе лучше будет сопротивляться та деталь или та часть детали, которая имеет большую высоту. Этим и объясняется, что в различных сооружениях балки, например, кладутся на ребро, а не плашмя. С этой же целью в машинах нашли широкое применение профилированные материалы (двутавр, швеллер, уголок).

При кручении наиболее выгодным сечением будет кольцевое (в виде трубы), так как середина стержня при кручении почти не работает и, следовательно, только утяжеляет конструкцию.

КОНСТРУИРОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ МАШИН

Модели машин, строящиеся в технических кружках, не являются точной копией настоящей машины. При изготовлении моделей применяются отличные от оригинала материалы, нарушается масштаб и точность.

Если модели промышленного назначения требуют для своего изготовления наличия станочного оборудования, то модели юных техников могут строиться самыми простейшими средствами.

Многие модели юных техников сильно отличаются от оригинала. Но есть и такие модели, которые имеют большое сходство с настоящей машиной.

Например, модель трактора может выглядеть так: к деревянному корпусу приделаны четыре колеса, впереди поменьше, а сзади побольше, согнутая проволока изображает руль. Но модель трактора может быть и иной, самоходной, с каким-либо двигателем, с поворотным рулем, а то и еще совершеннее.

Однако конструировать даже малосовершенные модели машин не так легко, как оно может показаться на первый взгляд. Главная задача при моделировании — создание простых моделей машин с сохранением основных технических качеств, характеризующих настоящие машины, и физических законов, положенных в основу. Но для решения этой задачи точных рецептов нет. Осуществление этой задачи во многом зависит от знания конструктором настоящей машины, от умения применить эти знания при моделировании.

Очень важно правильно выбрать машину, модель которой будет строиться. Чаще всего для моделирования выбирают разного рода движущиеся и самоходные машины: краны, транспортеры, автогрузчики, дорожные машины и т. п. Но нельзя забывать и о таких машинах, которые на первый взгляд кажутся менее интересными, но могут принести большую пользу в работе. Например, изготовление модели плуга, бороны, сеялки уже интересно тем, что эти модели можно употребить в работе. Следовательно, при выборе конструкции надо прежде всего учитывать, для каких целей предназначается эта модель.

Часто выбор модели зависит от тех условий, в которых работает кружок. Ясно, что изготовление моделей сельскохозяйственных машин обычно легче для колхозных ребят, а моделей транспортных и строительных машин — для городских.

Иногда выбор модели основывается на множестве ее движений, характерных для настоящей машины.

Так, например, модель жатки-самосброски не приспособлена скашивать хлеб. Но работа модели жатки-самосброски интересна характерными движениями, напоминающими движения настоящей машины.

После того как машина, модель которой будет строиться в кружке, выбрана, приступают к конструированию модели.

Как уже говорилось, основное требование к модели — это ее сходство с оригиналом. Большую роль при достижении сходства играет соразмерность всех частей модели (их пропорциональность). Особенно соразмерными должны быть основные ведущие части модели.

Возьмем модель шагающего экскаватора. Для нее характерны удлиненная стрела и пневматические «ноги». Если же мы эту стрелу укоротим, а «ноги» заменим колесами или гусеницами, то никакого сходства с шагающим экскаватором у нас не будет.

Особенно сходными частями у модели и настоящей машины должны быть двигающиеся части, которые дают возможность определять характер работы модели.

У экскаватора такими характерными движениями будут поворот корпуса, подъем и опускание ковша, открывание его.

Конструируя модель какой-либо машины, необходимо сделать ее упрощенной по сравнению с настоящей. Под упрощением понимают простоту передачи движений, сокращение количества деталей, уменьшение скорости. Например, у настоящей машины жатки-самосброски насчитывается 120 деталей. В модели их — 25. При моделировании следует по возможности уменьшать число тех деталей, которые сильно усложняют процесс изготовления модели. При этом часто упразднение отдельных узлов приводит к созданию в модели новых деталей. Так, у настоящей жатки движение к ножам передается от кривошипа через ряд шестерен. В модели же шестерен нет и движение ножей осуществляется с помощью коленчатого вала.

Чем больше у настоящей машины движений, тем интереснее можно сделать ее модель. Но руководитель кружка не должен забывать, что наличие большого количества движений и деталей затрудняет конструирование и изготовление модели. Только простейшие машины и орудия (плуг, борона, каток, простой ленточный транспортер и т. п.) можно воспроизвести без особой конструкторской переработки. Обычно же почти все модели требуют творческой работы.

Очень привлекают юных техников в машине разного рода средства управления: рули, рычаги, рукоятки, педали, регуляторы. При моделировании их надо по возможности сохранять и делать действующими.

Так, в модели трактора руль должен поворачивать колеса. Но даже если руль и не будет действующим, он придаст модели сходство с настоящим трактором. Жестко прибитый к дышлу рычаг наклона у жатки-самосброски, хотя он и не действует, придает модели сходство с настоящей машиной.

Безусловно, наиболее интересными будут те модели, у которых средства управления действующие. Поэтому конструирование моделей лучше всего начать с изучения принципа действия машины. Хорошее знание машины позволит конструктору увереннее определить и наметить в модели основные характерные части и движения. Конструктору будет проще определить, что в машине надо удалить, что оставить, как можно преобразовать то или иное движение.

Далее составляются эскизы и чертежи основных узлов и деталей и всей модели в целом. А затем по этим чертежам делается первый образец модели (макет) и испытываются отдельные узлы и детали.

Обычно опробованию подвергаются те узлы, которые содержат разного рода передачи и сочленения двигающихся частей.

Проверять тот или иной механизм (узел), вводящийся в модель, следует в комплексе частей, которые также войдут в модель. Например, у жатки-самосброски есть механизм для передачи движения ножам. Этот механизм состоит из коленчатого вала, шатуна, углового рычага и ножей с пальцевым бруском. Работу этого механизма требуется проверить. Но прежде чем разместить механизм, необходимо сделать и собрать все детали, среди которых он будет работать: заготовить платформу, прикрепить пальцевый брус, дышло. Только после этого можно проверить механизм передачи движения ножам.

Опробование показывает, правильно ли выбрано то или иное конструктивное решение.

Многие второстепенные детали в моделях можно изготовлять без какого-либо эскиза или чертежа: прямо по месту, сообразуясь с их расположением. Место расположения определяет и их размер, форму и материал. Так, без эскизов и чертежей в жатке-самосброске делают шатун, бортик, рычаг, скобу, сиденье и некоторые другие детали.

При конструировании модели нужно стремиться к тому, чтобы детали имели простые геометрические формы и напоминали детали настоящей машины.

Большое внимание при конструировании модели требуется уделить сборке и разборке модели. Нужно решить: какие детали можно объединить в одну, какие соединить наглухо, какие сделать разъемными.

Детали, соединяемые наглухо, в зависимости от материала можно скреплять пайкой, заклепками, гвоздями, клеем. Разъемные детали лучше всего скреплять винтиками, шурупами, реже гвоздями. Некоторые детали можно соединить и без дополнительных крепежных средств. Так, деревянные детали можно соединить посадкой одной в другую.

Очень важно, чтобы каждая деталь хорошо работала и была проста в изготовлении. Материалы, необходимые для изготовления модели, как мы уже говорили, могут быть самыми разнообразными.

Замечено, что многие детали проще и быстрее изготовлять из листового металла, особенно разного рода рамы, станины, шасси и другие детали со сложной конфигурацией. Например, раму для сенокосилки из жести сделать проще, чем из дерева: вырезать заготовку, согнуть ее, спаять — и рама готова.

Говоря о листовых металлах для постройки моделей, нужно напомнить руководителю, что самыми подходящими из них будут алюминий и латунь. Обыкновенная жесть, как черная, так и белая, менее удобна, так как из нее порой бывает трудно получить деталь достаточной прочности. При толщине жести 0,3—0,5 *мм* детали выходят не жесткими, с острыми краями. Если же взять жесть большей толщины, ее трудно сгибать.

Алюминий же и латунь удобны тем, что их легко резать, сверлить и сгибать при толщине 1—1,5 *мм*. Деталь, сделанная из этих металлов, получается гораздо устойчивее, чем согнутая из жести толщиною 0,3—0,5 *мм*. Эти металлы обладают хорошей пластичностью, из них можно выколачивать разные выпуклые детали. Так, из цинка выколочены выпуклые диски тракторной бороны. У сенокосилки, жатки-самосброски, тракторных граблей из алюминия выбиты сиденья с углублением. Из алюминия можно гнуть и вырезать лобзиком детали сложных конструкций. Но есть у алюминия и один недостаток: его трудно паять в обычных условиях.

Часто в моделях для некоторых узлов используются готовые детали. Например, оси делаются из вязальных спиц, колеса — из жестяных коробок. Но лучше, если кружковцы будут делать детали сами.

После того как конструкция модели будет окончательно разработана и опробована, с нее снимают чертежи. Если модель предназначается для распространения, то вместе с чертежами составляется и подробное описание ее устройства.

ВИДЫ ДВИЖЕНИЙ И ПЕРЕДАТОЧНЫЕ МЕХАНИЗМЫ

ВРАЩАТЕЛЬНОЕ ДВИЖЕНИЕ

Вращательное движение в машинах передается при помощи фрикционной, зубчатой, ременной, цепной и червячной передач. Будем условно называть пару, осуществляющую вращательное движение, колесами. Колесо, от которого передается вращение, принято называть ведущим, а колесо, получающее движение, — ведомым.

Всякое вращательное движение измеряется в числах оборотов в минуту. Зная число оборотов в минуту ведущего колеса, мы можем определить число оборотов ведомого колеса (рис. 6).

Число оборотов ведомого колеса зависит от соотношения диаметров соединенных колес. Если диаметры обоих колес будут одинаковы, то и колеса будут крутиться с одинаковой скоростью. Если диаметр ведомого колеса будет больше ведущего, то ведомое колесо станет крутиться медленнее, и наоборот, если его диаметр будет меньше, оно будет делать больше оборотов.

Многие, наверное, замечали, что маленькая звездочка у цепной велосипедной передачи крутится быстрее, чем большая, а большая шестерня, с барабаном для каната у лебедки, делает оборотов меньше, чем ее ведущая меньшая пара.

Известны простые правила: 1) число оборотов ведомого колеса во столько раз меньше числа оборотов ведущего, во сколько раз его диаметр больше диаметра ведущего колеса; 2) число оборотов ведомого колеса во столько раз больше числа оборотов ведущего, во сколько раз его диаметр меньше диаметра ведущего колеса.

В технике при конструировании машин часто приходится определять диаметры колес и число их оборотов. Эти расчеты можно делать на основе простых арифметических пропорций. Например, если мы условно обозначим диаметр ведущего колеса через $Д_1$, диаметр ведомого через $Д_2$, число оборотов ведущего колеса через n_1, число оборотов ведомого колеса через n_2, то все эти величины выражаются простым соотношением:

$$\frac{Д_2}{Д_1} = \frac{n_1}{n_2} \qquad (1)$$

Если нам известны три величины, то, подставив их в формулу, мы легко найдем четвертую, неизвестную величину.

В практике работы технических кружков часто приходится употреблять выражения: «передаточное число» и «передаточное отношение».

Что же означают эти названия?

Передаточным числом называют отношение числа оборотов ведущего колеса (вала) к числу оборотов ведомого, а передаточным отношением — отношение между числами оборотов колес независимо от того, какое из них ведущее. Математически передаточное число пишется так:

$$\frac{n_1}{n_2} = i \ (2), \text{ или } \frac{Д_2}{Д_1} = i \ (3),$$

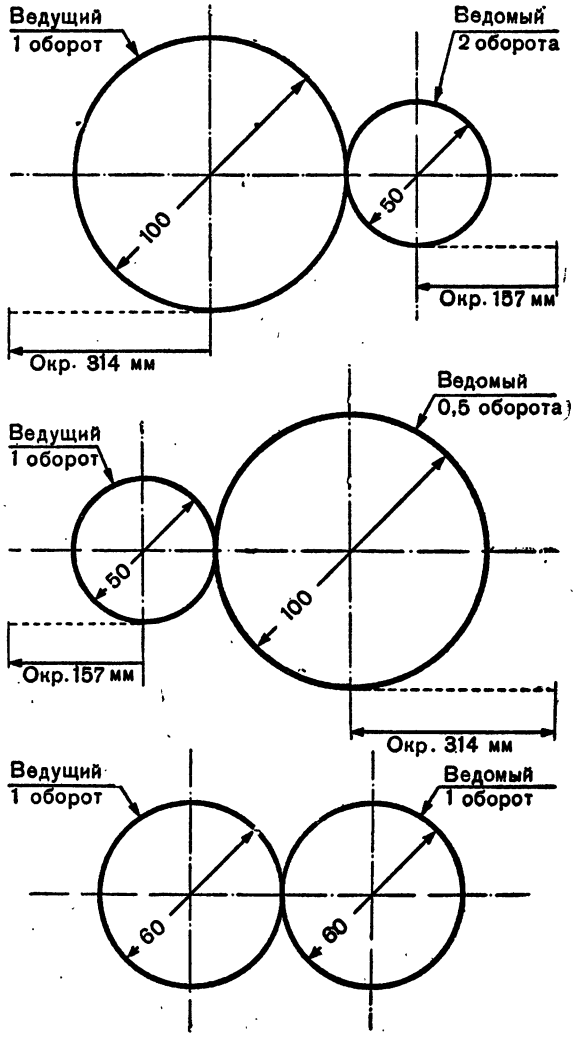


Рис. 6. Зависимость числа оборотов от диаметров колес.

где i — передаточное число. Передаточное число — величина отвлеченная и размерности не имеет. Передаточное число может быть любым — как целым, так и дробным.

Таким образом, при расчете разного рода передач вращения можно пользоваться тремя этими формулами.

Например, если ведущее колесо делает n_1 — 100 *об/мин*, а диаметр его равен $Д_1 = 500$ *мм*, то при передаточном числе $i = 1 : 2{,}5$ число оборотов ведомого колеса будет:

$$\frac{100}{n_2} = \frac{1}{2{,}5}, \text{ откуда } n_2 = 250 \text{ об/мин}.$$

Теперь определим диаметр ведомого колеса:

$$Д_2 = \frac{Д_1}{i} = \frac{500}{2{,}5} = 200 \text{ мм}.$$

Рассмотрим некоторые виды вращательного движения, которые нашли широкое применение в моделях юных техников.

ФРИКЦИОННАЯ ПЕРЕДАЧА

При фрикционной передаче вращение от одного колеса к другому передается при помощи силы трения. Оба колеса прижимаются друг к другу с некоторой силой и вследствие возникающего между ними трения вращают одно другое.

Фрикционные передачи широко применяются в машинах. Недостаток фрикционной передачи: большая сила, давящая на колеса, вызывающая дополнительное трение в машине, а следовательно, требующая и дополнительную силу для вращения.

Кроме того, колеса при вращении, как бы они ни были прижаты друг к другу, дают проскальзывание. Поэтому там, где требуется точное соотношение чисел оборотов колес, фрикционная передача себя не оправдывает.

В моделях фрикционная передача может быть широко использована. Особенно приемлемы для моделей передачи цилиндрическая и лобовая (рис. 7). Колеса для передач можно делать деревянные и металлические. Оси колес делают из проволоки или вытачивают на токарном станке.

Для лучшего сцепления рабочие поверхности колес следует «обшить» слоем мягкой резины толщиной в 2—3 *мм*. Резину можно или прибить мелкими гвоздиками, или приклеить клеем БФ-2.

В моделях удобно применять комбинированную фрикционную передачу, то-есть одно из колес делается с резиновой обшивкой, а на ведущем набивают проволочные шпильки. Шпильки лучше набивать в два-три ряда в шахматном порядке, без строгого соблюдения расстояния между ними. Шпильки можно делать из гвоздей, только без шляпок. Такая комбинированная передача работает в модели жатки-самосброски: она передает вращение грабельному устройству.

ЗУБЧАТАЯ ПЕРЕДАЧА

В зубчатых передачах вращение от одного колеса к другому передается при помощи зубцов. Зубчатые колеса работают намного легче фрикционных. Объясняется это тем, что здесь нажима колеса на колесо совсем не требуется. На рисунке 8,*б* показана пара

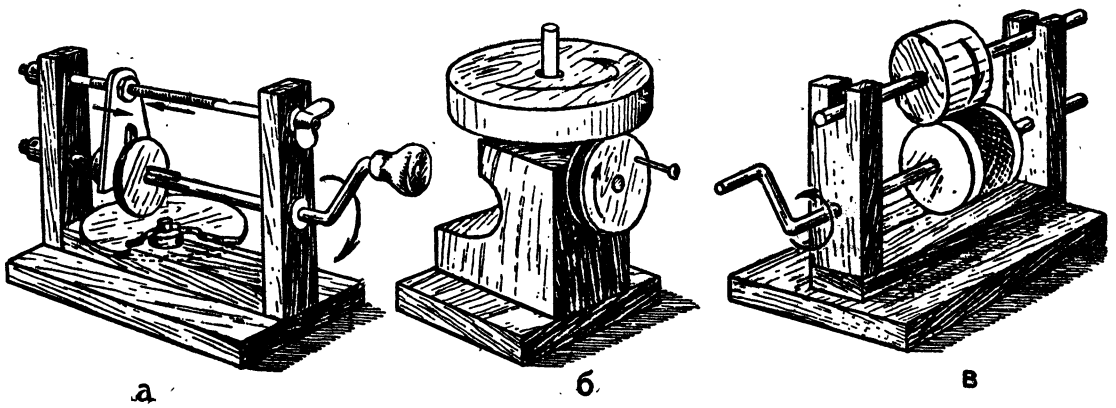


Рис. 7. Фрикционные передачи в моделях:

а — лобовая передача; *б* — угловая; *в* — цилиндрическая.

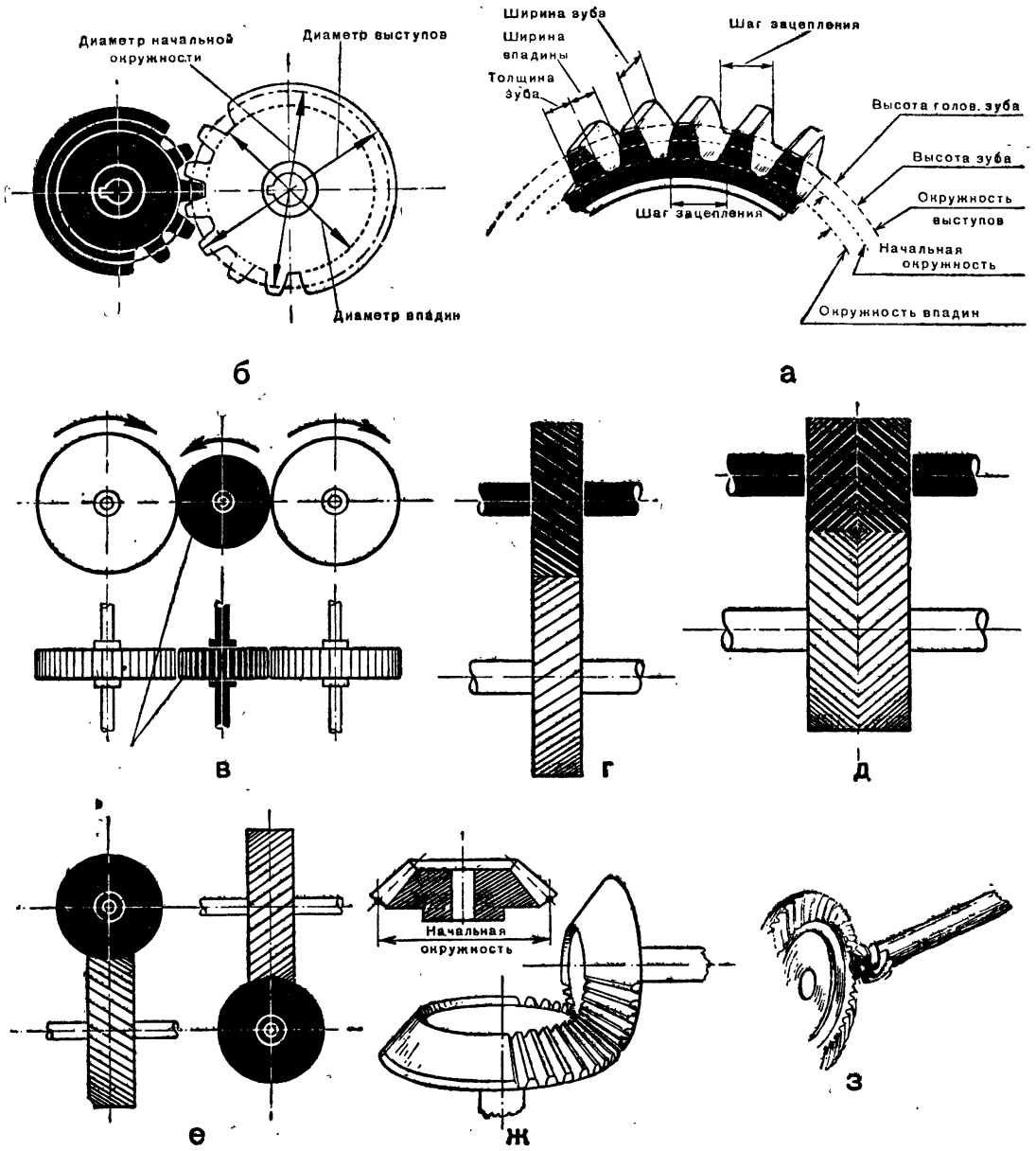


Рис. 8. Виды зубчатых передач:

а — цилиндрическая передача; *б* — элементы зубчатой передачи; *в* — передача с паразитной шестерней; *г* — передача с косым зубцом; *д* — шевронная передача; *е* — винтовая передача; *ж* — коническая передача; *з* — коническая передача с косым зубцом.

шестерен в зацеплении и форма их зубцов. Для правильного зацепления и легкой работы колес профиль зубца делают по определенной кривой, называемой эвольвентой.

Диаметр начальной окружности является основным расчетным диаметром зубчатых колес. Расстояние, взятое по начальной окружности между осями соседних зубцов, между осями впадин или от начала одного зубца до начала другого, называется шагом зацепления (рис. 8,*б*). Разумеется, что шаги у зацепляющихся шестерен должны быть равны.

Передаточное число в зубчатых колесах может выражаться и через число зубцов, то-есть $i = \frac{z_2}{z_1}$, где z_2—число зубцов ведо-

мого колеса, z_1 — число зубцов ведущего колеса.

Есть в шестернях еще одна очень важная величина, которую именуют модулем. Модулем называют отношение шага к величине *Пи* (3,14) или отношение диаметра начальной окружности к числу зубцов на колесе. Модуль, шаг и другие величины шестерен измеряются в миллиметрах. Колеса с одинаковым модулем, с любым количеством зубцов дают нормальное зацепление.

Модули зубчатых колес берутся не произвольно. Величины их стандартизированы.

Передаточное число шестеренчатой передачи берется обычно в определенных пределах. Оно колеблется до 1 : 10. При увеличении передаточного числа одна из шестерен делается очень большой, механизм получается громоздким.

Но иногда бывает нужно получить очень большое передаточное число, которое одной парой шестерен создать трудно. В этом случае ставится несколько пар и передаточное число распределяется между ними.

Механизм, служащий для повышения или понижения скорости вращения, называется редуктором. Редукторы с большим передаточным числом обычно служат для снижения числа оборотов. Если такой редуктор использовать для увеличения числа оборотов, то получаются большие сопротивления и редуктор очень трудно вращать.

Для изменения направления вращения ведомой шестерни ставят третью, паразитную шестерню (рис. 8,*в*). Какой бы величины промежуточная (паразитная) шестерня ни была, сколько бы зубцов она ни имела, передаточное число между ведущей и ведомой шестерней не меняется.

Иногда в передачах малую шестерню требуется сделать особенно уменьшенной, например в часах, в приборах.

В этих случаях шестерню с валом делают из одного куска. Такую цельную шестерню принято называть трибком (трибок).

За последнее время очень часто в машинах применяют цилиндрические шестерни, у которых зубец идет не по оси вращения, а под некоторым углом (рис. 8,*г*). Такие шестерни работают на больших скоростях очень плавно, и зубцы их выносят большую нагрузку.

Колеса с косыми зубцами носят название косозубых цилиндрических колес.

Еще более плавный ход при большой прочности зубцов дают так называемые шевронные колеса (рис. 8,*д*). Зубцы у этих колес скошены в обе стороны, расположены «в елочку». Преимущество шевронных колес состоит в том, что их можно применять с малым числом зубцов.

Шестеренчатая передача применяется не только с параллельными валами, когда используются так называемые цилиндрические шестерни, но и тогда, когда валы идут под любым углом. Такая передача под углом называется конической зубчатой передачей, а шестерни — коническими (рис. 8,*ж*).

Если в цилиндрических зубчатых передачах мы могли сцепить колеса любых размеров (только с одинаковым модулем), то в конических шестернях этого сделать нельзя, так как в этом случае может не совпасть конусность шестерен.

Конические шестерни, так же как и цилиндрические, бывают со спиральным косым зубцом (рис. 8,*з*). Такие шестерни обычно применяются в автомобилях (для плавности работы). В зубчатых передачах можно применить шестерни с рейкой (рис. 9). Реечные передачи применяются и в моделях.

Для периодического вращения может применяться шестеренчатая пара, у которой ведущая шестерня имеет неполное число зубцов.

Ведущие шестерни встречаются и с одним зубцом. Такие передачи очень часто применяются в счетных механизмах. Ведущая шестерня имеет один зубец, а ведомая — десять (рис. 10,*а*), и, таким образом, за один оборот ведущей шестерни ведомая повернется всего на одну десятую оборота. Чтобы повернуть ведомую шестерню на один оборот, ведущая должна сделать десять оборотов.

К разобранному типу передач можно отнести и так называемое мальтийское зацепление, или мальтийский крест (рис. 10,*б*).

Механизм мальтийского креста применяется в автоматах, текстильных машинах и в киноаппаратах, где он служит для периодической подачи ленты. Для моделей мальтийский крест легко вырезать из листового материала. Ведущий вал можно загнуть из проволоки, в виде кривошипа. Хорошо сделать ведущий вал с планшайбой, с поводком-гвоздиком. Прорези креста можно оформить шпильками, забитыми в деревянный диск.

На рисунке 11 показано, как это сделать.

Применение зубчатых колес в моделях. Шестерни в моделях применяются довольно часто. Обычно стараются применять готовые шестерни от разных машин и механизмов. Но иногда их приходится делать самим.

Изготовление шестерен является довольно кропотливой работой и требует от кружковца большого умения. Мы опишем пять способов изготовления шестерен: с вывернутыми, шпилечными, пластинчатыми, выгнутыми и вырезанными зубцами. Следует заметить, что при изготовлении шестерен не соблюдается ни модуль, ни настоящая форма зубца.

Шестерни с вывернутыми зубцами (рис. 12) (таблица 1, см. приложения) изготовляются из листового материала толщиной 0,5—1 *мм*. Лучше всего их изготовлять из алюминия, цинка, латуни и меди.

Согласно выбранному диаметру чертят, а затем вырезают круг. После этого круг по окружности делят по транспортиру на число зубцов. Например, шестерня должна быть с 24 зубцами, угол деления для каждого зубца будет равен 15°, то-есть $\frac{360°}{24} = 15°$.

Если шестерня слишком мала или велика для накладывания на нее транспортира, деления можно наносить на листе бумаги, затем переводить на шестерню.

После разметки зубцы надрезаются на нужную глубину и вывертываются плоскогубцами перпендикулярно плоскости.

Для удобства посадки шестерни на вал или на ось к ней прикрепляется втулочка. Металлическую втулочку можно припаять, а деревянную прибить гвоздиками, иногда втулку приклеивают специальным клеем.

Основной частью шестерни со шпилечными зубцами (таблицы 5 и 6) является деревянное колесо. В него набиваются проволочные шпильки — зубцы, с помощью которых передается вращение.

Шестерни со шпилечными зубцами бывают двух видов. У одних зубцы расположены по окружности, у других — по торцу (сбоку). Для передачи вращения при параллельных валах берется по одной шестерне с боковыми и с окружными зубцами. При этом ведущая шестерня должна быть с окружными зубцами, а ведомая — с боковыми. Для передачи вращения при валах, расположенных под углом, применяются одинаковые шестерни: или с боковыми, или с торцовыми зубцами. Диаметр зубцов берется от 1 до 2,5 *мм*. Тонкие зубцы можно делать из гвоздей. Гвозди забиваются в ко-

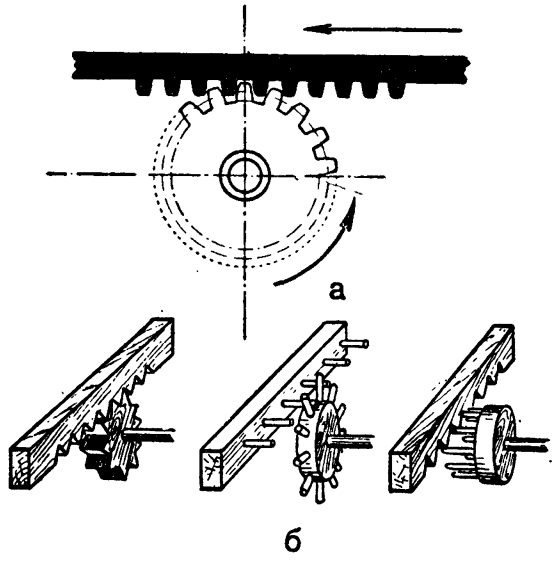


Рис. 9. Реечное зацепление.

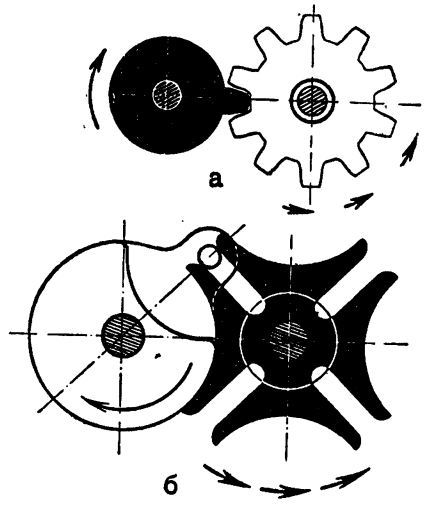


Рис. 10. Механизмы для периодического вращения: *а* — шестерня с одним зубцом; *б* — мальтийское зацепление.

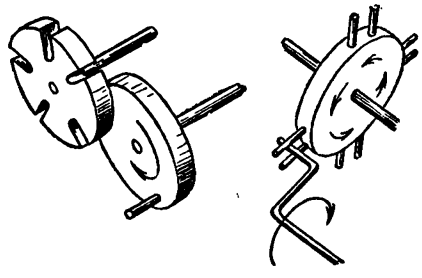


Рис. 11. Мальтийское зацепление для моделей.

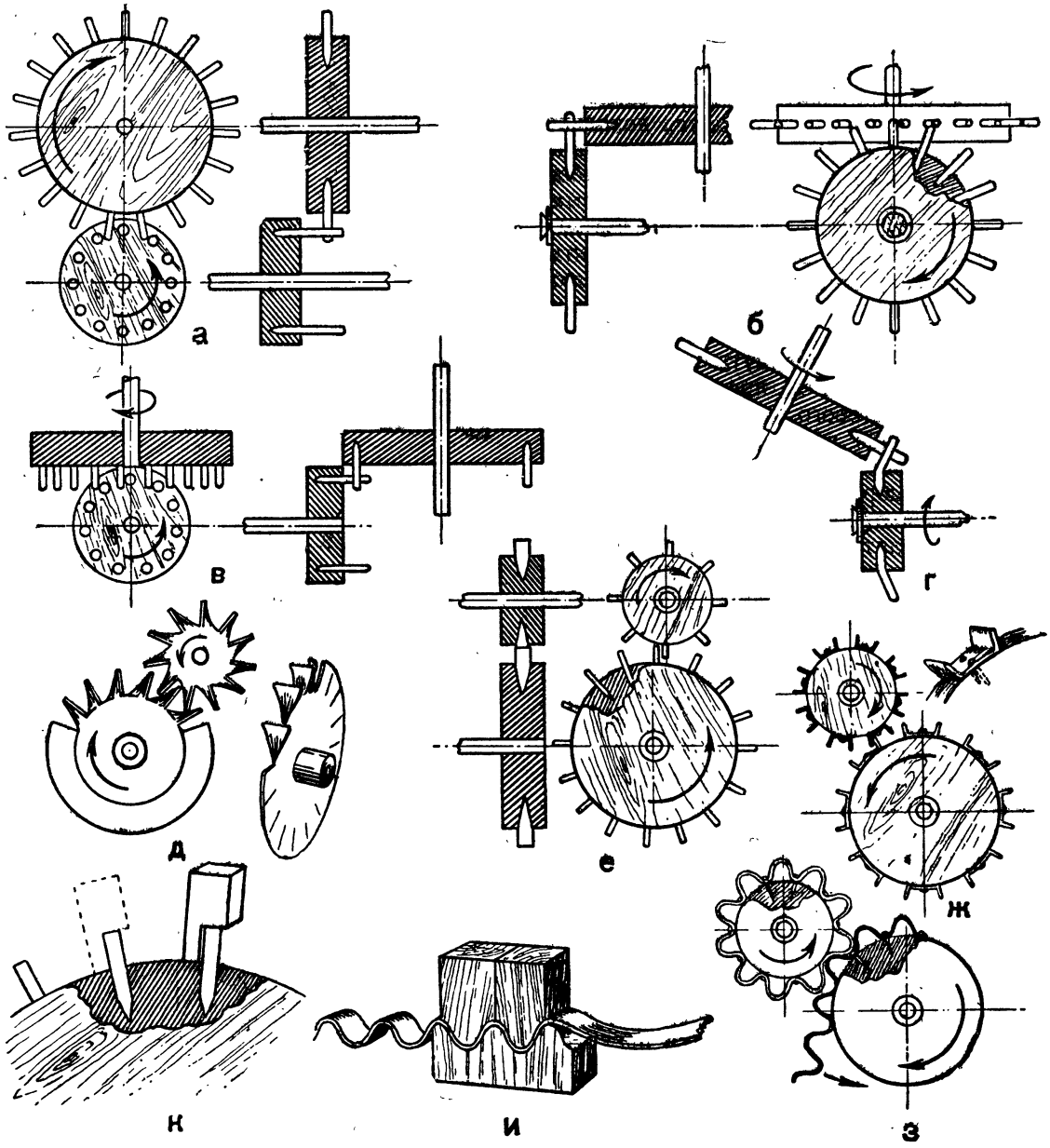


Рис. 12. Зубчатые колеса для моделей:

а, *б*, *в*, *г* — передачи со шпилечными зубцами; *д* — передача с вывернутыми зубцами; *е*, *ж* — передачи с пластинчатыми зубцами; *з* — с выгнутыми зубцами; *и* — приспособление для выгибания зубцов; *к* — шаблон для замера высоты зубцов.

лесо, и головки их откусываются кусачками. Толстые зубцы лучше делать из мягкой алюминиевой или медной проволоки (диаметр применяемой проволоки не зависит от размера шестерни).

Перед забивкой зубцов на колесе обязательно нужно сделать разметку. У шестерен с боковым расположением зубцов разметка делается так же, как и у шестерен с вывернутыми зубцами: проводится окружность и на ней делается градусная разбивка. У шестерен с зубцами, расположенными по окружности, разметка делается иначе. По окружности колеса огибается полоска бумаги. Ее концы накладывают друг на друга и разрезают острым ножом. Затем полоска

снимается и размечается на равные части по количеству зубцов. После этого полоска снова накладывается на колесо и через намеченные места делаются наколы для зубцов. Для разметки вместо простой бумаги хорошо взять миллиметровую.

При толстых зубцах посадочные места следует надсверливать, иначе можно расколоть колесо.

Боковые зубцы, идущие вдоль волокон дерева, можно забивать без сверления отверстий.

У шестерен с пластинчатыми зубцами (приложение *29*) вместо шпилек зубцы делаются из жести. Толщина пластин берется в пределах от 0,5 до 1 *мм*. Пластины или забиваются в колесо, или делаются в виде шипов (по два зубца), прикрепляются к колесу гвоздями или шурупами. Зубцы должны быть широкими, особенно у шестерен, в которых зубцы крепятся шурупами.

Пластинки для зубцов можно подобрать готовые. Особенно пригодны для пластинок обрезки гвоздей после ковки лошадей.

Пластинчатые зубцы можно набивать и сбоку колеса, как шпильки. Такой шестерней в сцеплении со шпилечной можно передавать вращение под углом.

Шестерни с пластинчатыми зубцами обычно применяются для передачи при параллельных валах.

Изготовлять шестерни всех типов (с вывернутыми зубцами, со шпилечными, с пластинчатыми) нужно очень тщательно. Колеса лучше всего делать точеными, расположив волокна вдоль оси вращения.

Зубцы после посадки нужно старательно выверить. Выверку легко производить отгибанием зубцов плоскогубцами в ту или другую сторону. Разница в шаге допускается не более 0,5—1 *мм*. Чем точнее шестерня изготовлена, тем более плавно она будет работать. Концы зубцов должны быть тщательно обработаны. У толстых зубцов (от 1,5 *мм*) концы, что идут к соседним зубцам, спиливаются клином и притупляются.

Для надежного зацепления при угловой передаче зубцы следует набивать как можно ближе к краю или отгибать, как показано на рисунке 12,*г*.

Чтобы высота зубцов была одинаковой, зубцы необходимо проверять простым шаблоном (рис. 12, *к*).

Устанавливая шестерни на место, зацепление надо хорошенько отрегулировать, удаляя или сближая оси шестерен.

Шестерни с выгнутыми зубцами выгибаются волнообразно из жестяной полоски толщиной не более 0,4 *мм* и шириной 6—8 *мм*. После этого полоска сгибается по наружному размеру шестерни и концы ее соединяются пайкой.

Такие колеса часто применяются в детском «Конструкторе». Зацепление этих колес довольно хорошее, но они трудны для изготовления.

Хорошие шестерни с гнутыми зубцами можно изготовлять при помощи приспособления, показанного на рисунке 12,*и*.

Некоторые шестерни можно выпиливать из толстого металла.

Большие деревянные шестерни делают по типу мельничных.

Число оборотов шестерен в моделях можно легко рассчитать. При расчете берется во внимание число зубцов, а не диаметр шестерни. Ввиду этого расчет ведется по формуле:

$$i = \frac{z_2}{z_1} = \frac{n_1}{n_2}.$$

РЕМЕННАЯ ПЕРЕДАЧА

Ременная передача (рис. 13), как и шестеренчатая, весьма часто встречается в машинах. Она применяется там, где валы удалены друг от друга на большое расстояние и шестеренчатую передачу применить нельзя.

Ремень, натянутый на шкивы, охватывает какую-то их часть. Эта облегающая часть (дуга) носит название угла обхвата. Чем больше будет угол обхвата, тем лучше образуется сцепление, лучше и надежнее будет вращение шкивов. При малом угле обхвата может получиться так, что ремень на малом шкиве станет проскальзывать, вращение будет передаваться плохо или совсем не будет.

Угол обхвата зависит от соотношения размеров шкивов и их расстояния друг от друга. На рисунках 13,*а,б* показано, как меняются углы обхвата от указанных причин.

Когда требуется увеличить угол обхвата, у передачи ставят нажимной шкив-ролик (рис. 13,*в*).

В зависимости от расположения валов и ремня ременная передача бывает разных видов.

Открытая передача (рис. 13,*г*). Оба шкива при такой передаче вращаются в одну сторону.

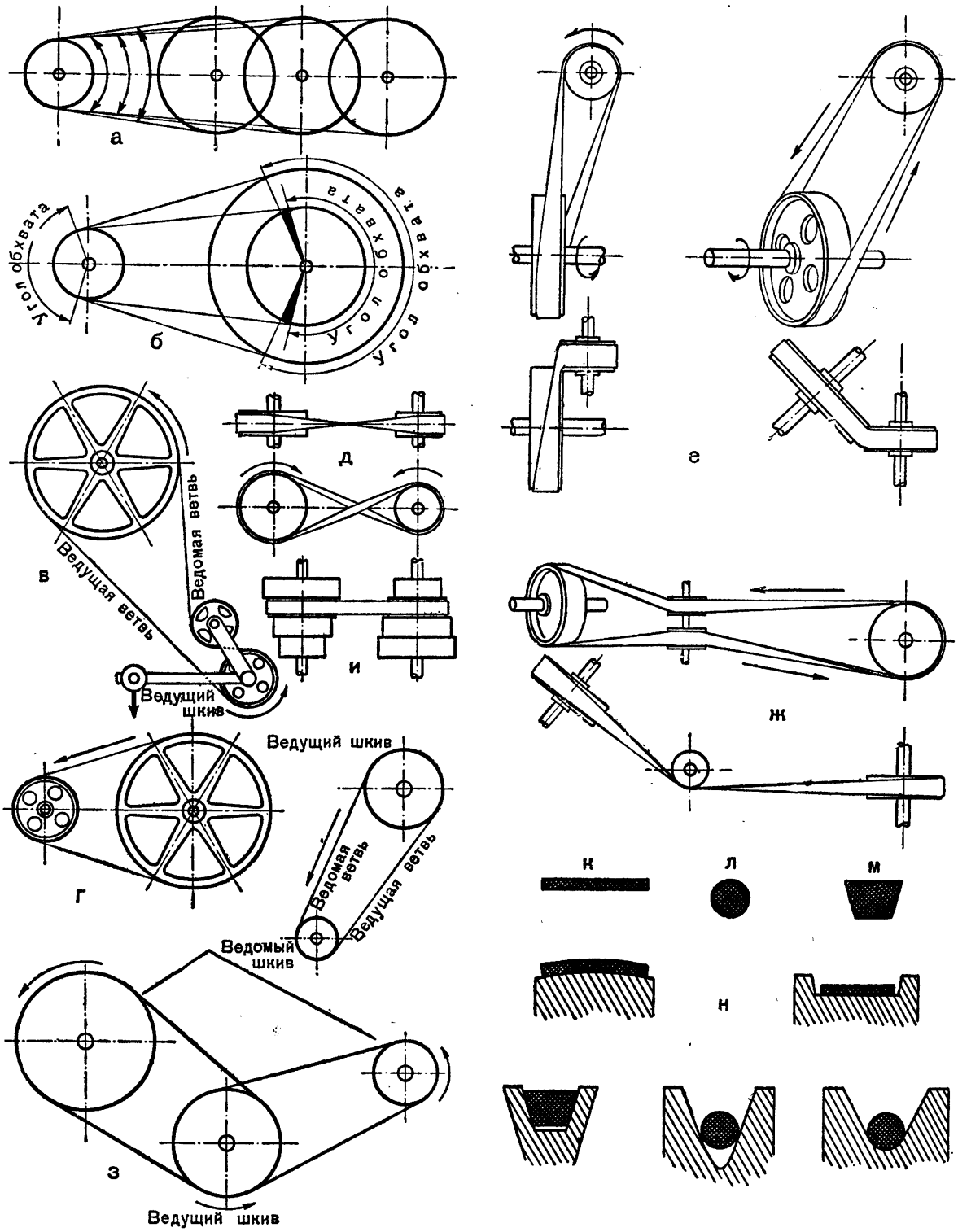


Рис. 13. Ременная передача:

а, б — зависимость углов обхвата от размера и расположения шкивов; *в* — передача с натяжным роликом; *г* — открытая передача; *д* — перекрестная передача; *е* — полуперекрестная передача; *ж* — угловая передача; *з* — спаренная передача; *и* — ступенчатая передача; *к* — плоский ремень; *л* — круглый ремень; *м* — трапецоидальный ремень; *н* — расположение ремней на шкивах.

Перекрестная передача (рис. 13,*д*). Такую передачу применяют, когда требуется изменить вращение ведомого шкива. Шкивы вращаются навстречу друг другу.

Полуперекрестная передача (рис. 13,*е*) применяется, когда валы лежат не параллельно, а под углом.

Угловая передача (рис. 13,*ж*) образуется, когда валы идут под углом, но лежат как бы в одной плоскости. При этой передаче для получения надлежащего направления ремня обязательно устанавливают ролики.

Спаренная передача (рис. 13,*з*). При этой передаче с одного ведущего шкива могут итти ремни на несколько ведомых шкивов.

Кроме перечисленных передач, бывает еще и ступенчатая передача (рис. 13,*и*). Она применяется тогда, когда требуется изменять число оборотов ведомого вала.

Оба шкива в этой передаче делаются ступенчатыми. Переставляя ремень на ту или иную пару ступеней, меняют число оборотов ведомого вала. При этом длина ремня остается неизменной.

По своему профилю ремни бывают плоские, круглые и трапецоидальные (рис. 13, *к, л, м*).

В мелких машинах и разного рода приборах вместо круглого шнурового ремня употребляется ремень, сделанный из тонкой проволоки в виде пружины. Такое устройство ремня облегчает работу шкивов. Толщина проволоки — 0,2 — 0,3 *мм*, а диаметр ремня (пружины) — 4—6 *мм*.

На концах пружины отгибаются крючки, которыми она сцепляется.

Передаточное число ременных передач берется в пределах 1 : 4; 1 : 5 и только в исключительном случае — до 1 : 8.

Расчет ременной передачи производится по формулам 1 и 2.

При расчете учитывается скольжение ремня по шкивам. Это проскальзывание выражается в пределах 2—3%. Чтобы получить нужные обороты, диаметр ведомого шкива уменьшают в этих же пределах.

Пример. Ведущий шкив делает $n_1 = 500$ *об/мин*, диаметр его $Д_1 = 300$ *мм*, требуется на ведомом валу получить $n_2 = 1\,500$ *об/мин*. Определяем размер малого шкива $Д_2$ по формуле:

$$Д_2 = \frac{Д_1 n_1}{n_2}, \text{ откуда}$$

$$Д_2 = \frac{300 \times 500}{1\,500} = 100 \text{ мм.}$$

Уменьшая размер шкива на величину проскальзывания (берем 3%), получим действительный диаметр ведомого шкива, то-есть:

$$Д_2 = 97 \text{ мм.}$$

Передаточное число находим по формуле: $i = \frac{n_1}{n_2}$ или: $i = \frac{Д_2}{Д_1}$. Подставляя числовые величины, получим: $i = \frac{100}{300} = \frac{1}{3}$.

Ременные передачи успешно применяют в моделях. Особенно хорошо применять легкие передачи с пружинным и шнуровым круглым ремнем.

Кроме шнура и бечевки, ремнем может служить и резиновая тесьма. Плоские ремни должны быть тонкими и мягкими. Шкивы следует вытачивать из дерева или легких металлов.

КРИВОШИПНО-ШАТУННЫЕ МЕХАНИЗМЫ

Кривошипно-шатунные механизмы служат для преобразования вращательного движения в возвратно-поступательное и наоборот.

Основными деталями кривошипно-шатунного механизма являются: кривошипный вал, шатун и ползун, связанные между собой шарнирно (рис. 14,*а*). Длину хода ползуна можно получить любую, зависит она от длины кривошипа (радиуса).

Если длину кривошипа мы обозначим через букву *А*, а ход ползуна через *Б*, то можем написать простую формулу: $2A = Б$, или $A = \frac{Б}{2}$. По этой формуле легко найти и длину хода ползуна и длину кривошипа.

Например: ход ползуна Б = 50 *мм*, требуется найти длину кривошипа *А*. Подставляя в формулу числовую величину, получим: $A = \frac{50}{2} = 25$ *мм*, то-есть длина кривошипа равна 25 *мм*.

В кривошипно-шатунном механизме вместо кривошипного вала часто применяют коленчатый вал. От этого сущность действия механизма не меняется.

Коленчатый вал может быть как с одним коленом, так и с несколькими (рис. 14, *б, в*).

Видоизменением кривошипно-шатунного механизма может быть также эксцентриковый механизм (рис. 14,*г*). У эксцентриково-

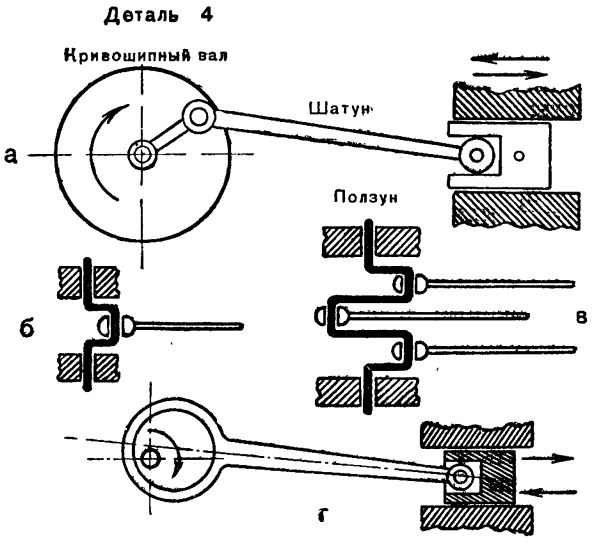


Рис. 14. Кривошипно-шатунный механизм:

а — устройство механизма — с одноколенчатым валом *(б)* и многоколенчатым валом *(в)*; *г* — механизм с эксцентриком.

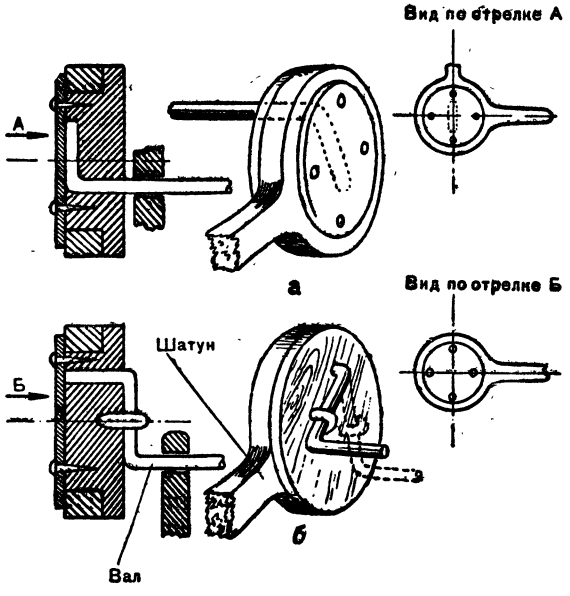


Рис. 15. Изготовление кривошипно-шатунного механизма в моделях:

а — первый способ; *б* — второй способ.

го механизма нет ни кривошипа, ни колен. Вместо них на вал насажен диск. Насажен же он не по центру, а смещенно, то-есть эксцентрично, отсюда и название этого механизма — эксцентриковый.

В некоторых кривошипно-шатунных механизмах приходится менять и длину хода ползуна. У кривошипного вала это делается обычно так. Вместо цельного выгнутого кривошипа на конец вала насаживается диск (план-шайба). Шип (поводок, на что надевается шатун) вставляется в прорез, сделанный по радиусу план-шайбы. Перемещая шип по прорезу, то-есть удаляя его от центра или приближая к нему, мы меняем размер хода ползуна.

Ход ползуна в кривошипно-шатунных механизмах совершается неравномерно. В местах «мертвого хода» он самый медленный.

Кривошипно-шатунные механизмы применяются в двигателях, прессах, насосах, во многих сельскохозяйственных и других машинах.

Кривошипно-шатунные механизмы применяются и в моделях. Один из таких механизмов с коленчатым валом применен у моделей жатки-самосброски, сенокосилки. Он приводит в возвратно-поступательное движение ножи.

Эксцентриковый механизм для моделей сделать нетрудно (рис. 15).

Детали для механизма могут быть сделаны как из дерева, так и из жести, проволоки и т. п.

Можно сделать механизм и с переменным эксцентриком.

КУЛИСНЫЕ МЕХАНИЗМЫ

Возвратно-поступательное движение в кривошипных механизмах можно передавать и без шатуна. В ползушке, которая в данном случае называется кулисой, делается прорез поперек движения кулисы (рис. 16). В этот прорез вставляется палец кривошипа. При вращении вала кривошип, двигаясь влево и вправо, водит за собой и кулису.

Устройство кулисного механизма с эксцентриком показано на рисунке 16,*а,б,в*.

Вместо кулисы можно применить стержень, заключенный в направляющую втулку. Для прилегания к диску эксцентрика стержень снабжается нажимной пружиной. Если стержень работает вертикально, его прилегание иногда осуществляется собственным весом.

Для лучшего движения по диску на конце стержня устанавливается ролик.

Иногда в машинах возвратно-поступательное движение передается с переменными хо-

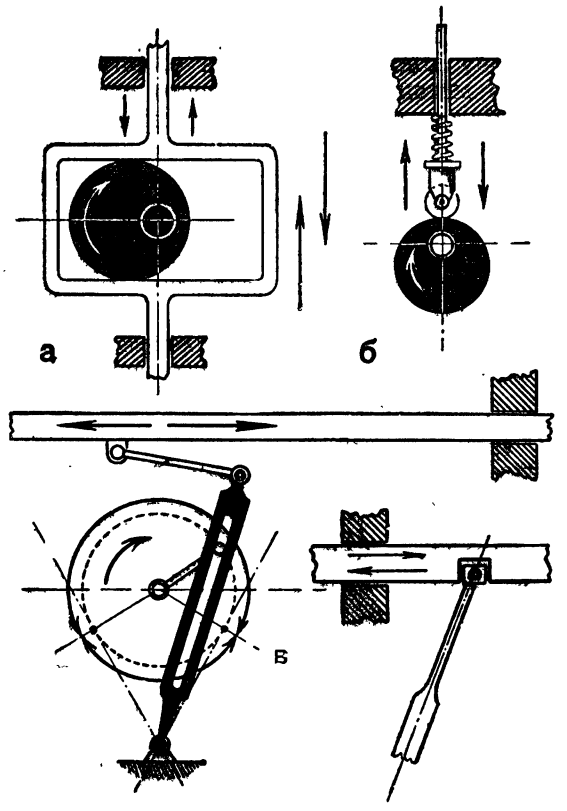


Рис. 16. Кулисные механизмы:

а — принудительная кулиса; *б* — эксцентрик с пружинным роликом; *в* — качательная кулиса.

дами, то-есть в одну сторону ползун движется с одной скоростью, а в обратную — с другой.

Такой механизм применен в поперечно-строгальном станке.

ХРАПОВЫЕ МЕХАНИЗМЫ

Кроме непрерывного вращательного движения, в машинах очень часто применяется прерывистое вращательное движение. Такое движение осуществляется при помощи так называемого храпового механизма (рис. 17).

Основными частями храпового механизма являются: храповик (диск с зубцами), рычаг и собачка. Зубцы храповика имеют особую форму. Одна сторона у них сделана пологой, а другая отвесной или несколько поднутренной.

Храповик насажен на вал неподвижно. Рычаг же, сидящий рядом с храповиком, может свободно качаться. На рычаге имеется собачка, которая одним концом лежит на храповике.

С помощью шатуна или тяги от того или иного ведущего механизма рычаг приходит в качательное движение. При отклонении рычага влево собачка скользит свободно по пологому склону зубцов, не поворачивая храповик. При отходе вправо собачка упирается в уступ зубца и поворачивает храповик на некоторый угол. Так, непрерывно качаясь в ту и другую сторону, рычаг с собачкой приводит храповик с валом в периодическое вращательное движение.

Для надежного прилегания собачки к храповику собачка снабжается нажимной пружиной.

Но бывает и другое назначение храпового механизма: для предохранения вала с храповиком от проворачивания. Так, у лебедки при подъеме груза храповик с собачкой не дают барабану провертываться обратно.

Иногда нужно получить вращение храповика не только в одну сторону, но и в другую. В этом случае зубцы у храповика делают прямоугольными, а собачку — перекидной (рис. 17,*б*). Перекинув собачку вправо или влево, можно изменить и вращение храповика.

Число зубцов на храповике зависит от требуемого угла поворота. На какую часть окружности поворачивается храповик, столько делают и зубцов. Например, если на 60° — одну шестую долю окружности, то берут 6 зубцов; на 30° — одну двенадцатую долю — делают 12 зубцов и т. д.

Меньше шести зубцов на храповике обычно не бывает.

Модели храповых механизмов легко сделать из листового металла. Храповик должен быть небольшим. Большой храповик потребует увеличения размаха рычага и

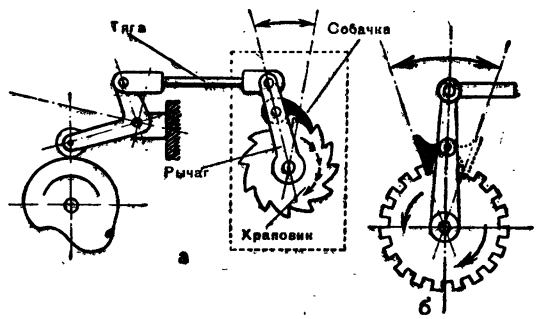


Рис. 17. Храповые механизмы:

а — с односторонней собачкой; *б* — с перекидной собачкой.

большого хода кривошипа, качающего рычаг.

Высоту зубца храповика следует брать в пределах 0,35—0,4 от шага. Профиль зубца делают остроугольным, пологую сторону зубца — прямой, но ее можно и очерчивать по радиусу. Рычагов лучше брать два, помещая их по обеим сторонам храповика. При двух рычагах собачка и поводок от кривошипа встанут между ними и уменьшат перекос при работе. Нажим собачки можно осуществлять не только пружиной, но и резиной. Конец собачки следует хорошо скашивать, чтобы она надежнее упиралась в зубец.

Модели храповых механизмов можно делать и из дерева.

КУЛАЧКОВЫЕ МЕХАНИЗМЫ

Кулачковые механизмы (рис. 18) служат для преобразования вращательного движения (кулачка) в возвратно-поступательное или другой заданный вид движения. Механизм состоит из кулачка — криволинейного диска, насаженного на вал, и стержня, который одним концом опирается на криволинейную поверхность диска.

Стержень вставлен в направляющую втулку.

Для лучшего прилегания к кулачку стержень снабжается нажимной пружиной. Чтобы стержень легко скользил по кулачку, на его конце устанавливается ролик.

Но бывают дисковые кулачки другой конструкции. Тогда ролик скользит не по контуру диска, а по криволинейному пазу, вынутому сбоку диска (рис. 18,*б*). В этом случае нажимной пружины не требуется. Движение ролика со стержнем в сторону осуществляется самим пазом.

Кроме рассмотренных нами плоских кулачков (рис. 18,*а*), можно встретить кулачки барабанного типа (рис. 18,*в*). Такие кулачки представляют собой цилиндр с криволинейным пазом по окружности. В пазу установлен ролик со стержнем. Кулачок, вращаясь, водит криволинейным пазом ролик и этим сообщает стержню нужное движение.

Цилиндрические кулачки бывают не только с пазом, но и односторонние — с торцовым профилем. В этом случае нажим ролика к профилю кулачка производится пружиной.

В кулачковых механизмах вместо стержня очень часто применяются качающиеся рычаги (рис. 18,*в*). Такие рычаги позволяют менять длину хода и его направление.

Длину хода стержня или рычага кулачкового механизма можно легко рассчитать. Она будет равна разнице между малым радиусом кулачка и большим.

Например, если большой радиус равен 30 *мм*, а малый 15, то ход будет 30—15 = = 15 *мм*.

В механизме с цилиндрическим кулачком длина хода равняется величине смещения паза вдоль оси цилиндра.

Благодаря тому, что кулачковые механизмы дают возможность получить разнообраз-

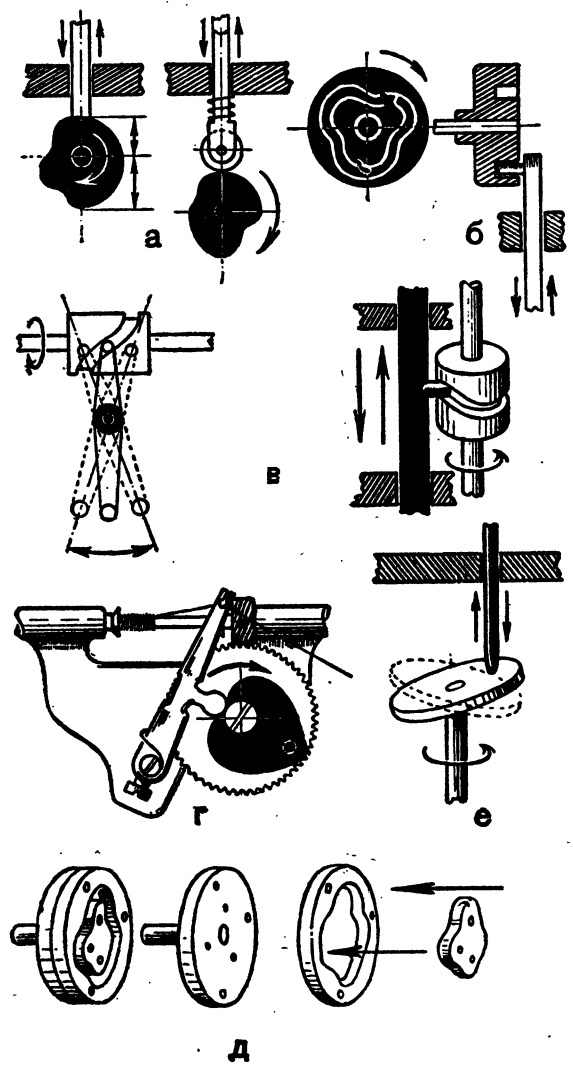


Рис. 18. Кулачковые механизмы:

а — плоский кулачок; *б* — кулачок с пазом; *в* — кулачок барабанного типа; *г* — сердцевидный кулачок; *д* — изготовление пазового кулачка для моделей; *е* — простейший кулачок.

нейшие движения, их часто применяют во многих машинах. У двигателей внутреннего сгорания кулачковый механизм приводит в действие систему зажигания.

Равномерное возвратно-поступательное движение в машинах достигается одним из характерных кулачков, который носит название сердцевидного. При помощи такого кулачка происходит равномерная намотка челночной катушки у швейной машины.

Для моделей кулачковые механизмы сделать нетрудно. Плоские кулачки легко выпилить из дерева или из толстого алюминия, латуни, меди. Ролики хорошо выточить на токарном станке.

Плоский кулачок с боковым пазом можно сделать так, как показано на рисунке 18,*д*.

Цилиндрические (пространственные) кулачки для облегчения изготовления паза лучше делать составными. На торцах двух отдельных цилиндров вырезают требуемый профиль. После этого цилиндры надеваются на вал и между их профильными торцами образуется нужный паз. Упрощенный тип открытого цилиндрического кулачка может быть получен от косой посадки диска на ось (рис. 18,*е*).

ШАРНИРНО-РЫЧАЖНЫЕ МЕХАНИЗМЫ

Часто в машинах требуется изменить направление движения какой-либо части. Допустим, движение происходит горизонтально, а его надо направить вертикально, вправо, влево или под каким-либо углом. Кроме того, иногда длину хода рабочего рычага нужно увеличить или уменьшить.

Во всех этих случаях применяют шарнирно-рычажные механизмы.

На рисунке 19 показан шарнирно-рычажный механизм, связанный с другими механизмами. Рычажный механизм получает качательное движение от кривошипно-шатунного и передает его ползуну.

Длину хода при шарнирно-рычажном механизме можно увеличить за счет изменения длины плеча рычага. Чем длиннее плечо, тем больше будет его размах, а следовательно, и подача связанной с ним части, и наоборот, чем меньше плечо, тем короче ход.

На рисунке показаны детали шарнирно-рычажных механизмов, которые могут быть применены в моделях.

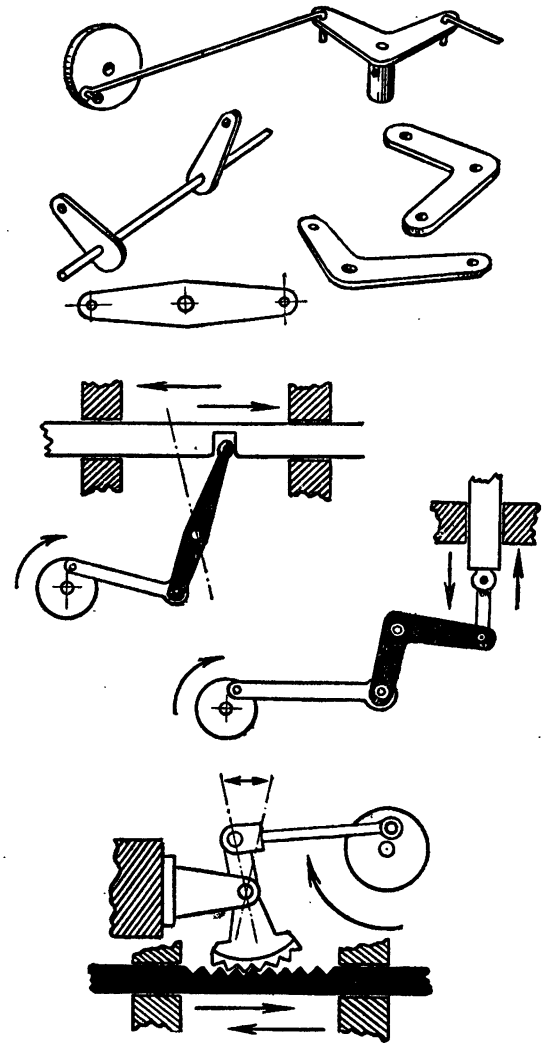


Рис. 19. Рычаги и их применение в шарнирно-рычажных механизмах.

Шарнирно-рычажные механизмы имеются в моделях жатки-самосброски и сенокосилки. У жатки-самосброски через угловой рычаг передается движение ножу. У сенокосилки, кроме передачи к ножам, при помощи этих механизмов происходит подъем пальцевых брусьев.

ЦЕПНАЯ ПЕРЕДАЧА

Цепи в основном делятся на два вида — кольцевые и пластинчатые. Обыкновенные кольцевые цепи обычно применяются для поднятия грузов, а пластинчатые как для

поднятия грузов, так и для передачи вращения.

Пример цепной передачи можно видеть у велосипеда.

Цепная передача по сравнению с ременной удобна тем, что не дает проскальзывания и позволяет соблюдать правильность передаточного числа. Цепная передача осуществляется только при параллельных валах.

Основной величиной цепной передачи является шаг. Шагом считается расстояние между осями роликов у цепи или расстояние между зубцами звездочки.

Кроме роликовых цепей, в машинах широко применяются еще зубчатые, так называемые бесшумные цепи (рис. 20). Каждое звено их соединено из нескольких зубчатых пластин в ряд. Ширина этой цепи намного больше, чем роликовая. Звездочка такой передачи похожа на шестерню.

Чтобы цепь не соскакивала с колеса, необходимо сделать на ней направляющие пластины.

Зубчатые цепи могут работать на больших скоростях. Ими часто осуществляют передачу от мотора.

Допустимое передаточное число цепных передач может быть до 1 : 15. Самое малое число зубцов у звездочек берут: у роликовых цепей — 9, а у зубчатых — 13—15. Расстояние между осями звездочек принимают не менее полуторного диаметра большой звездочки.

Как и в ременных передачах, так и здесь от одной ведущей звездочки одной цепью можно вращать несколько ведомых.

Цепь надевается на звездочки не туго, как ремни, а с некоторым провисанием. Для регулирования натяжения часто применяют натяжной ролик. Число оборотов ведомой звездочки зависит от соотношения зубцов на обеих звездочках. Расчет цепной передачи производят по формуле 3.

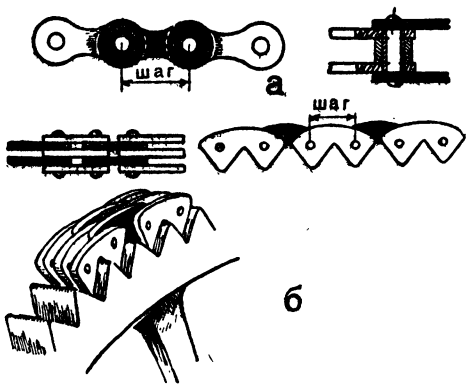


Рис. 20. Цепная передача:

а — пластинчатая роликовая цепь; *б* — бесшумная цепь.

Цепная передача в моделях. В моделях цепную передачу можно применять очень широко, но чаще всего самодельную. Готовую цепь с малым шагом подобрать почти невозможно. Велосипедная же цепь, хотя ее и легко приобрести, имеет довольно большой шаг (15 *мм*) и является громоздкой для мелких моделей. Поэтому мы рекомендуем цепь сделать самим.

Проволочные цепи. Эти цепи изготовляются из мягкой стальной или латунной проволоки толщиной 1 *мм*. Они делаются двух видов: скобочные с шагом в 8 *мм* и кольцевые с шагом в 10 *мм*. Конструкцию цепей нетрудно понять по рисунку 21.

Скобочная цепь с шагом 8 *мм* делается так: из куска проволоки загибаются звенья в виде буквы П. На концах каждого звена завиваются петли для соединения с соседним звеном. Для того чтобы одно звено вошло в другое, концы несколько подгибаются внутрь. При изготовлении цепи нужно обратить внимание на то, чтобы все ее звенья по длине были одинаковыми.

Цепь можно загибать плоскогубцами, но еще лучше в простом приспособлении, показанном на рисунке. При изготовлении цепи с помощью плоскогубцев нужно придерживаться того порядка, который показан на рисунке 21, *а*. При этом не следует нарезать проволоку для каждого отдельного звена. Их надо гнуть из большого куска и отрезать звенья после загибки.

Цепь надевается на звездочки петлями (загибом) наружу.

Цепь из колец с шагом 10 *мм* делается так: на прямоугольную стальную оправку размером 6 × 8 *мм* наматывается проволока в виде пружины. Витки посредине разрезаются лобзиком на отдельные кольца-звенья. Особой втулочкой, сгибаемой из жести, звенья соединяются в цепь (рис. 21,*б*).

При сборке стыки звеньев следует располагать в сторону. Для прочности место стыка и втулочку лучше запаять.

Вместо втулочки звенья можно соединять мягкой проволокой, обматывая их вплотную.

Пластинчатая цепь. Эта цепь похожа на настоящую роликовую (рис. 21,*в*),

Из жести нарезаются пластинки, в которых сверлятся отверстия. Из такой же жести загибаются втулочки — ролики. При помощи стерженьков (гвоздиков) пластины и втулочки собираются в звенья, образуя цепь. Концы гвоздей следует не загибать, а разводить, распилив их вначале лобзиком. Вместо отдельных стержней можно применять проволочные скобочки.

Чтобы расстояния между отверстиями в пластинах были одинаковыми и выдерживался правильный шаг цепи, отверстия надо сверлить по кондуктору.

Кондуктор делается очень просто. В небольшой стальной пластине толщиною 2—3 *мм* сверлятся два отверстия диаметром 1—1,5 *мм* (по стержню) на расстоянии шага — 8 *мм*. Кондуктор накладывается на пластину цепи, и по нему сверлятся оба отверстия. Для того чтобы кондуктор не разрабатывался, его следует закалить.

Во всех цепях, как в проволочных, так и в пластинчатых, звенья в шарнирах должны сгибаться легко, без малейших заеданий.

Звездочки для цепной передачи делаются в виде деревянных колес, на которые набиты проволочные зубцы (наподобие шестерен). Диаметр звездочки зависит от количества зубцов и шага.

В приложении даются таблицы 7 и 8, по которым ориентировочно можно брать диаметры колес для проволочных и пластинчатых цепей. Точно диаметры колес определяются только по готовой цепи.

Подгонку диаметра колеса к звеньям цепи лучше всего делать таким образом: заготовляется колесо согласно числу зубцов. Затем по колесу огибают цепь и проверяют, соответствует ли число звеньев окружности колеса.

Колесо лучше заготовлять несколько большего диаметра, чтобы при подгонке можно было снять излишек. Если колесо будет без припуска, то оно может оказаться непригодным.

Разметку под зубцы следует вести по цепи. Цепь огибают по колесу, и через каждое звено делают на нем шилом накол. В этот накол потом и забивают зубец. Накалывать цепь следует вплотную к ролику — так разметка будет точнее.

Зубцы изготовляют из толстой проволоки 2—3 *мм*. Чем толще зубец, тем ровнее будет зацепление. Хорошо применять проволоку из

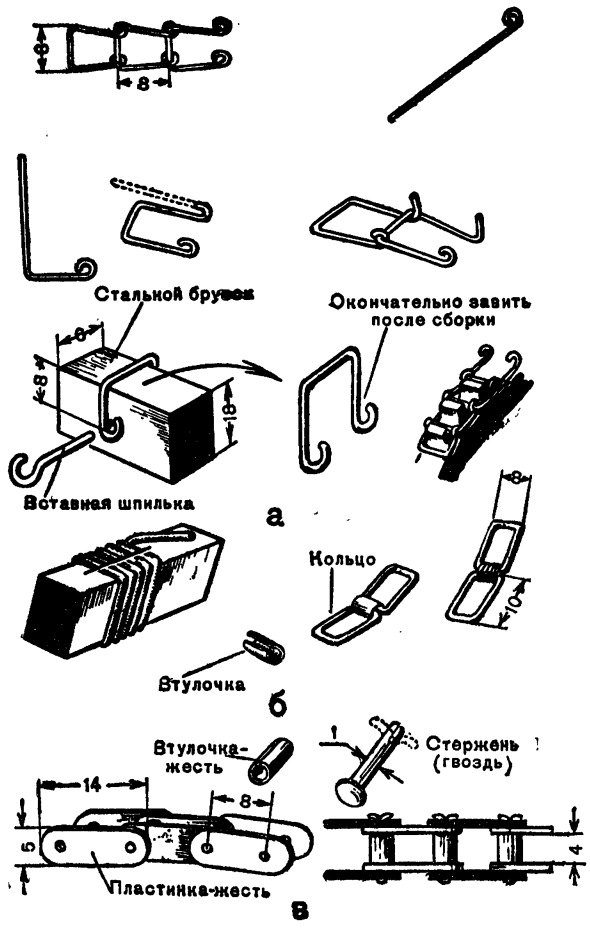


Рис. 21. Цепи для моделей:

а — скобочная цепь и ее изготовление; *б* — цепь из колец и ее изготовление; *в* — пластинчатая цепь и ее изготовление.

мягких металлов: алюминия, меди, латуни. Она легче режется и опиливается.

Концы зубцов спиливаются с четырех сторон под некоторым углом. Шаг между зубцами следует выровнять, чтобы он был одинаковым по всей цепи. Для этого зубцы или подгибают, или опиливают.

Таблицы составлены с учетом размеров цепей, показанных на рисунках. При других размерах (шага, толщины проволоки, ширины пластины) диаметры звездочек будут меняться.

Самое меньшее число зубцов у звездочек принято 8, а большее — 40. Комбинируя звездочки, можно получать передаточные числа в пределах до 1 : 5.

Передаточные числа у звездочек зависят от количества зубцов. Найти это число можно по таблице 9 (см. приложение).

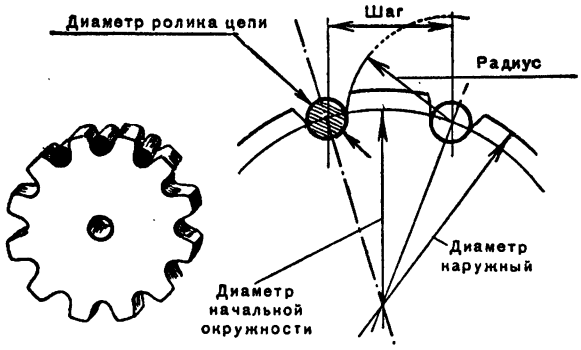


Рис. 22. Разметка зубцов у звездочек.

Звездочки для цепной передачи можно выпиливать и лобзиком из листового металла. Лучший материал — это алюминий, дюраль, латунь толщиной до 2—3 *мм*. Форма зубцов у них та же, что и у велосипедных звездочек.

Если при деревянных шпилечных звездочках цепь ложится на них целиком, то в цепной передаче с металлической звездочкой она укладывается между зубцами только роликом. Поэтому разметку этой звездочки приходится вести от начальной окружности.

В таблице 10 даются диаметры наружной и начальной окружностей звездочки в зависимости от числа зубцов и шага.

На рисунке 22 указано, как вычерчивается профиль зубца.

Звездочку изготовляют следующим образом. Вначале на заготовке проводятся наружная и начальная окружности. Затем начальная окружность делится по числу зубцов (шагов) на части. Из точек деления циркулем проводятся окружности по размеру ролика цепи. Затем из этих же точек вычерчиваются касательные к окружностям, которые и образуют профиль зубца. После этого просверливают отверстия по размеру ролика и потом лобзиком выпиливаются зубцы.

Такие звездочки можно применять для всех видов самодельных цепей.

Для лучшей посадки звездочки на ось или вал к ней прикрепляются втулочки.

ЧЕРВЯЧНАЯ ПЕРЕДАЧА

Червячная передача служит для получения вращения между валами, пересекающимися в одной плоскости. Передача состоит из винта (червяка) и винтового колеса, которые находятся в зацеплении (рис. 23). При вращении червяка витки ведут зубцы колеса и заставляют его вращаться.

Обычно вращение от червяка передается колесу. Обратная передача почти не встречается из-за самоторможения.

Червячная передача применяется чаще всего при больших передаточных числах в пределах от 5 до 300.

Благодаря большому передаточному числу червячная передача широко применяется в качестве механизма для снижения числа оборотов — редуктора.

Обычно червяк соединяется при помощи муфты с электромотором, а вал червячного колеса соединяется с машинами (станком, лебедкой, транспортером и пр.), которым он и передает необходимое вращение.

Конструктивно червячный редуктор оформляют в самостоятельный механизм, помещенный в закрытый корпус. Для легкого вращения и предохранения трущихся частей от нагрева внутрь корпуса заливается масло.

Передаточное число червячной передачи (i), зависит от числа заходов червяка и количества зубцов на колесе.

Его можно легко вычислить по формуле: $i = \frac{Z}{K}$, где Z — число зубцов винтового колеса, а K — число заходов червяка.

Решим пример: мотор совершает $n = 1\,500$ *об/мин*, на валу червячной шестерни нужно получить $n_1 = 50$ *об/мин*. Червяк двухзаходный, то-есть $K = 2$. Необходимо определить передаточное число и количество зубцов на винтовой шестерне.

Решаем. Передаточное число определится из формулы:

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{1\,500}{50} = 30.$$

Число зубцов на шестерне $Z = i \times K = 30 \times 2 = 60$ зубцов.

В моделях червячный редуктор часто необходим для снижения числа оборотов от моторчика.

Редукторы можно сделать по-разному. У одних червяк делается из обыкновенного крепежного винта, у других он изготовляется навивкой на стержень в виде пружины проволоки или узкой медной полоски (на ребро). Для прочности витки к стержню следует припаивать. Лучше всего червяк нарезать на токарном станке.

Червячные шестерни подбирают от ненужного часового механизма. Но их можно сделать и самим: нарезать напильником из латунного или дюралевого диска.

Можно винтовые колеса изготовлять из жести с вывернутыми, а также с набитыми зубцами по типу шестерен.

Тихоходный редуктор можно сделать и с деревянным винтом и такой же шестерней.

Кроме часового механизма, для червячной передачи можно использовать также и механизм, который применяется в музыкальных инструментах для натяжения струн (колки).

При изготовлении редукторов нужно следить за тем, чтобы винт и шестерня при вращении не имели бы осевого смещения. В быстроходных редукторах его валы следует устанавливать на шарикоподшипниках.

На рисунке 24 показаны модели червячных редукторов.

Число оборотов червячной шестерни и количество ее зубцов рассчитывается по тем же формулам:

$$i = \frac{n_1}{n_2} \text{ и } i = \frac{Z}{K}.$$

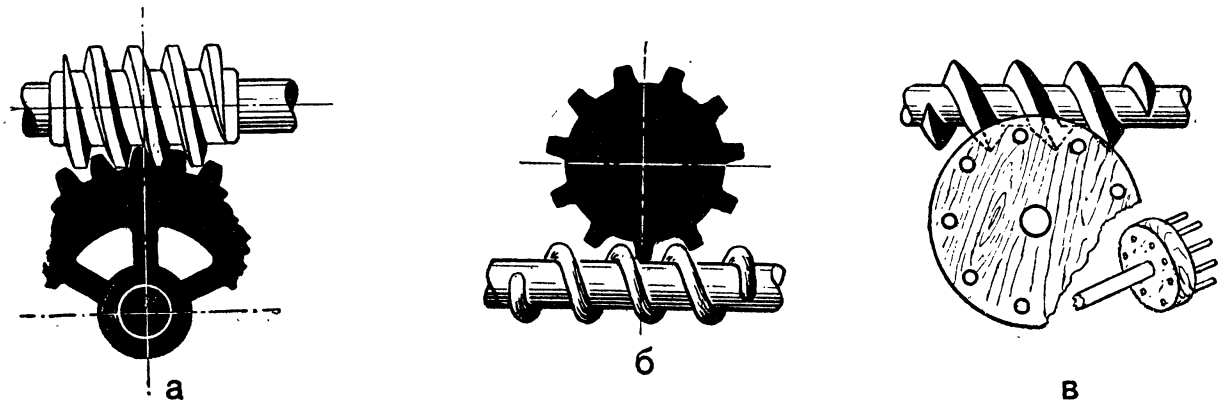


Рис. 23. Червячная передача *(а)* и самодельные червячные передачи *(б, в)*.

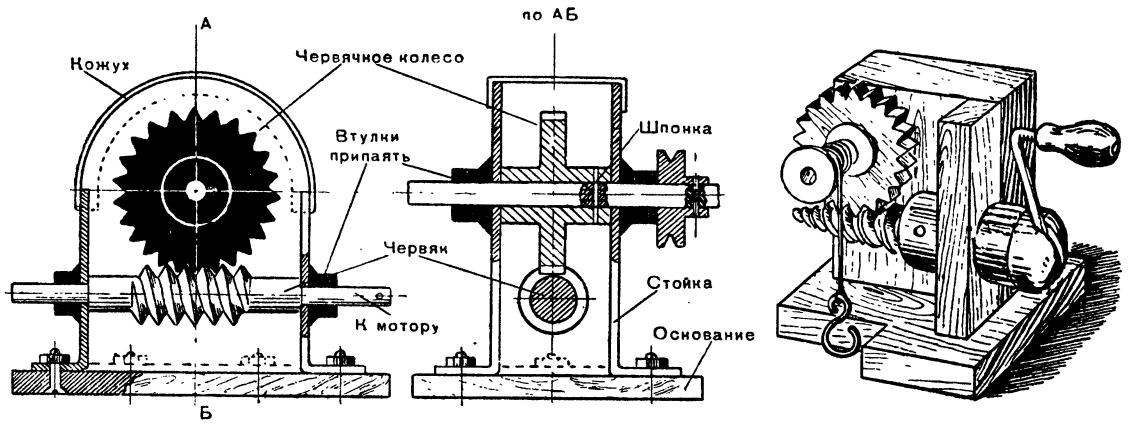


Рис. 24. Конструкции червячных редукторов.

ОСИ, ВАЛЫ И ПРУЖИНЫ

Различного рода колеса (шестерни, шкивы, маховики, звездочки и другие детали) насаживаются на особые стержни, которые в зависимости от условий работы называются осями или валами.

Если стержень не передает скручивающей силы, его принято называть осью. Если же стержень передает усилие кручения от одной части машины к другой, его именуют валом.

Опорные места, которыми валы, а также и оси устанавливаются в подшипниках, называются цапфами. В машинах и моделях очень часто встречаются прямые, коленчатые, кривошипные валы и гибкие валы.

Валы для самодельных приборов и моделей чаще всего делают из медных, латунных, железных или стальных стержней или проволоки. При их изготовлении необходимо следить, чтобы вал не «бил» при своем вращении. Ось вала должна строго совпадать с осью вращения. Проверить это можно на выверенной плоской поверхности. Вал должен свободно вращаться в подшипниках и не смещаться ни в продольном, ни в поперечном направлении.

При горизонтальных валах, чтобы не допустить их перемещения в продольном направлении, приходится создавать упорные приспособления или заточки. При вертикальных валах нижний конец их вставляется в подпятник. Так как в подпятнике под влиянием силы тяжести возникает большое трение, на его устройство надо обращать серьезное внимание.

Гибкие валы в моделях можно сделать из витой пружины, круглого эластичного ременного или резинового шнура.

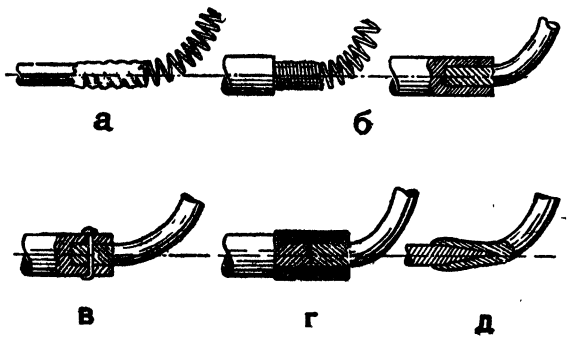


Рис. 25. Способы соединения гибкого вала:

а — пайкой; *б* — тугой посадкой; *в* — заклепкой или штифтом; *г* — тугой посадкой при помощи втулки; *д* — посадка острием.

Передавать вращение гибким валом можно не только под тупым, но и под прямым углом.

Присоединять гибкие валы к деталям можно по-разному.

Пружинный валик припаивают или присоединяют при помощи втулочек или наконечников. Вращение с гибким валом происходит не совсем равномерно и вызывает дополнительное трение. На рисунке 25 показаны виды гибких валов и их крепления.

Подшипник — это особая деталь с отверстием, в которое вставляется цапфа оси или вала.

Подшипники бывают глухие в виде втулки и разъемные с крышкой. По роду скольжения подшипники бывают: скользящего трения и трения качания (шарико- и роликоподшипники).

Для уменьшения трения в корпус подшипников первого типа вставляют особые бронзовые вкладыши или трущиеся места заливают слоем баббита.

Шариковый подшипник состоит из двух колец, между которыми вставляются шарики или ролики. Внутренним кольцом он надевается на ось или вал, а наружным входит в опору.

На рисунке 26 показаны конструкции подшипников, которые часто применяются в моделях.

Крепление колес на осях и валах. У настоящих машин колеса на осях и валах закрепляются обычно при помощи шпонок, винтов и штифтов.

В моделях колеса могут крепиться, кроме этих способов, и другими, упрощенными (рис. 27).

При креплении всегда надо соблюдать перпендикулярность оси вращения вала к колесу и концентричность колеса относительно той же оси. Первое проверяется угольниками или специальными приспособлениями, а второе зависит от тщательности сверления центральных отверстий и люфтов (зазоров).

Окончательную проверку правильности посадки колес производят, вращая вал на каких-либо стойках и следя в двух плоскостях за изменением расстояния края колеса от края какого-либо внешнего предмета, укрепленного неподвижно.

В машиностроении применяется несколько видов резьбы. Некоторые из них показаны на рисунке 28.

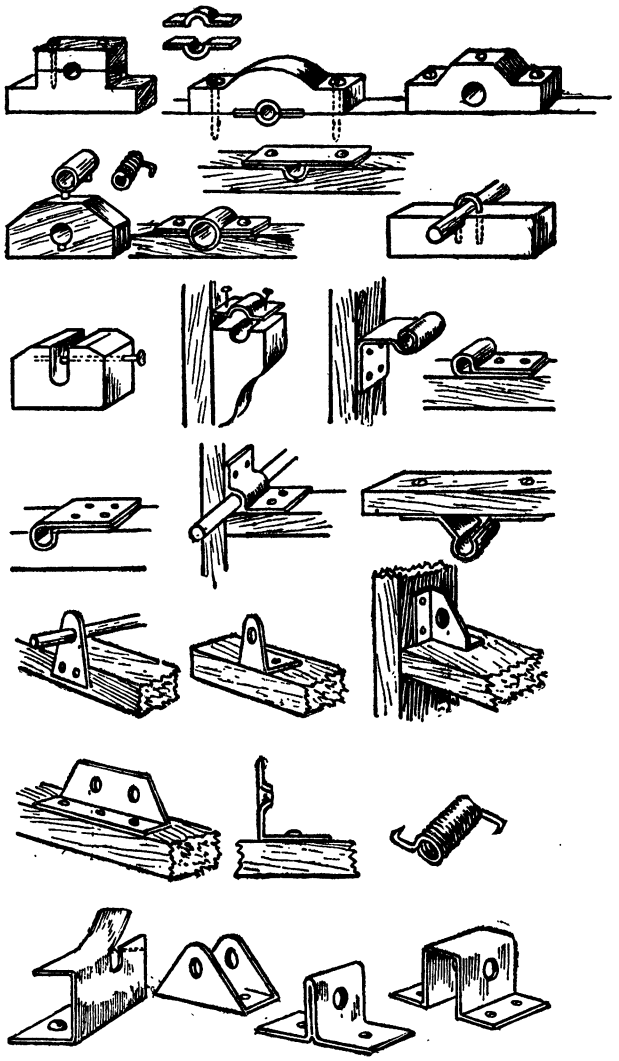


Рис. 26. Конструкции самодельных подшипников для моделей.

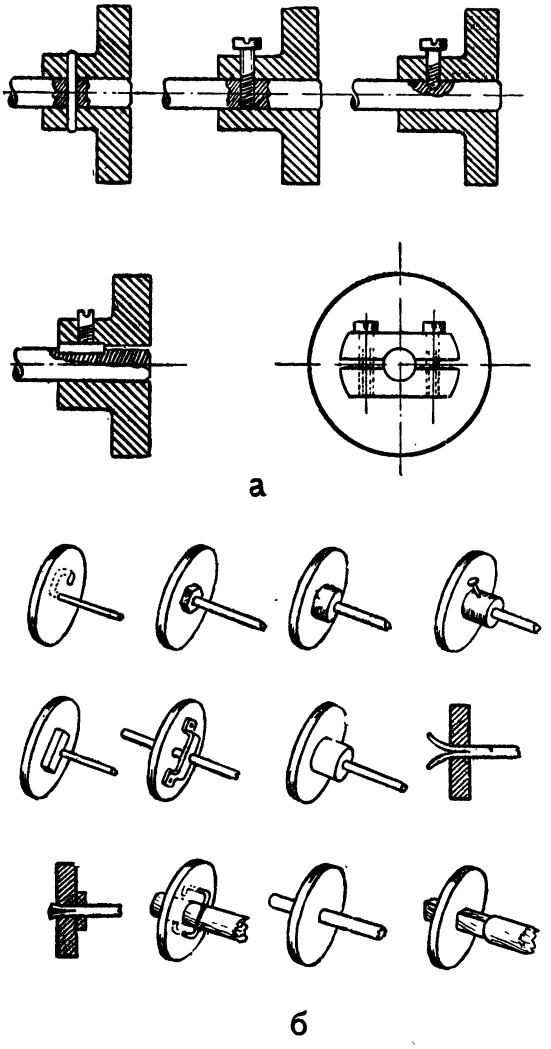


Рис. 27. Крепление колес на осях и валах.

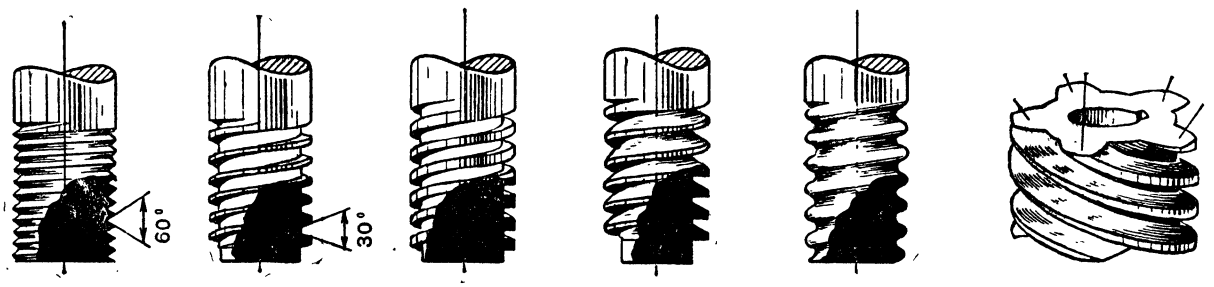


Рис. 28. Виды резьбы, применяемой в машиностроении.

Пружины. В различных машинах, приборах и аппаратах очень часто применяются пружины.

Действие пружин — их пружинение — происходит благодаря упругости материала, из которого они изготовлены. Пружины чаще встречаются двух основных видов — винтовые и спиральные (рис. 29).

Винтовые пружины изготовляются путем навивки проволоки на стержне по винтовой линии. Обычно пружины делают из проволоки круглого сечения. По виду нагрузки винтовые пружины делятся на пружины растяжения и на пружины сжатия (рис. 29). У пружин растяжения на концах делаются крючки или петли, у пружин сжатия сошлифовывается ровная опорная плоскость.

При расчете или подборе пружины обычно задаются двумя величинами: какой силы требуется пружина и на сколько она должна сжиматься или растягиваться.

Растяжение и сжатие зависят от соотношения толщины проволоки и диаметра пружины. Чем тоньше проволока, тем лучше растягивается пружина и тем она слабее.

Кроме того, растяжение или сжатие пружины зависит от количества витков. В приложениях к книге дается готовая таблица, по которой можно подобрать нужную пружину в зависимости от заданного усилия и длины растяжения. Подобрав по таблице пружину и зная шаг, нетрудно найти требуемую длину пружины в свободном состоянии. Например, требуется подобрать пружину с усилием 1 *кг* и сжатием 20 *мм*.

По таблице находим с приближенным усилием пружину с наружным диаметром $Д = 15$ *мм*, диаметр проволоки равен 1 *мм*, величина растяжения одного витка равна 3,3 *мм*.

Выходит, чтобы растянуть пружину на 20 *мм*, нужно иметь число витков $\frac{20}{3,3} = 6$, плюс два крайних витка пружины с сошлифованной опорной частью.

Шаг пружины будет: $S = 1 + 3,3 = 4,3$ *мм*; принимая его за 4,5 *мм*, находим общую длину пружины как: $8 \times 4,5 = 36$ *мм*.

Пружины изготовляются из специальной стальной проволоки на станках или вручную. При навивке их надо сильно натягивать проволоку.

Лучше всего навивать пружину между двумя деревянными сжатыми планками. Сжимать планки удобнее всего в тисках.

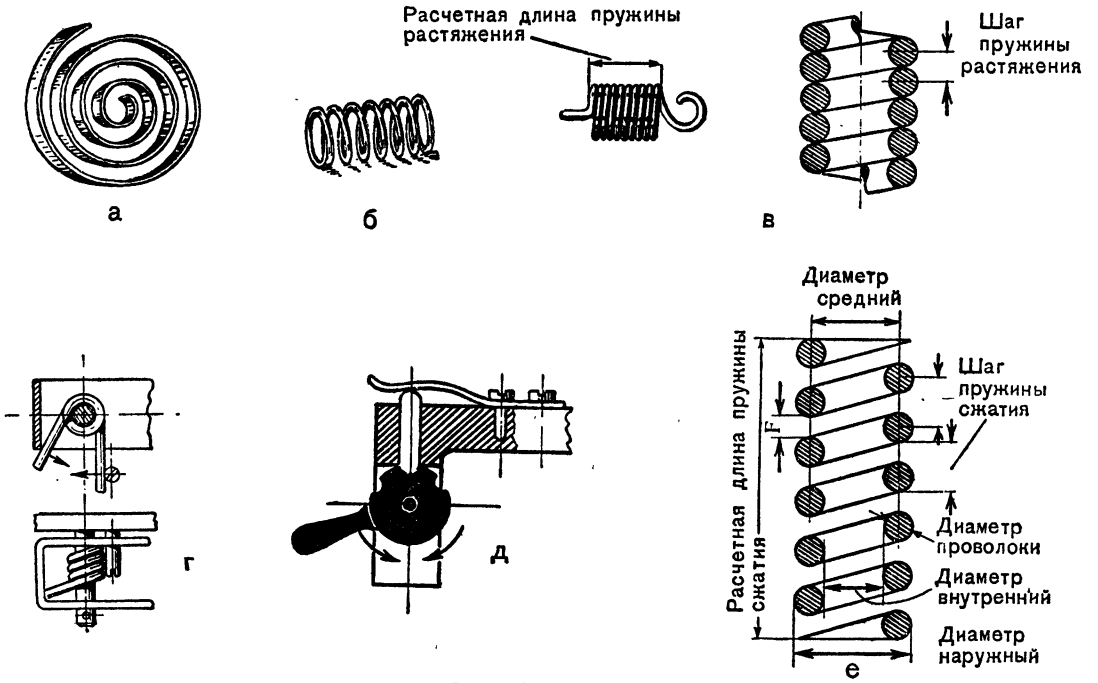


Рис. 29. Пружины:

а — спиральная пружина; *б* — винтовая пружина сжатия; *в* — винтовая пружина растяжения, *г* — винтовая пружина; *д*—плоская пружина; *е*—винтовая пружина сжатия.

Для удобства вращения прутка, на который навивается пружина, конец его следует загнуть в виде рукоятки. Для заправки конца проволоки в стержне сверлится отверстие или пропиливается щель.

Спиральные пружины очень часто применяются в часах, патефонах и разного рода аппаратах и приборах.

Они изготовляются из стальной ленты и навиваются по архимедовой спирали.

МОДЕЛИ ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН

ДЕЙСТВУЮЩАЯ МОДЕЛЬ ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНОГО МЕХАНИЗМА

Эта интересная модель изображена на рисунке 30. Она действует следующим образом: на наклонной плоскости, образованной двумя металлическими стержнями *(1)*, свободно двигается небольшая одноосная или двухосная каретка *(2)*. К оси каретки с помощью капроновой нитки *(3)* подвешивается небольшой ковшик *(4)*. С правой стороны наклонной плоскости установлен лоток *(5)* с металлическими шариками, которые являются своеобразным грузом. Шарики в лотке удерживаются простейшим анкерным механизмом *(6)*.

В начальный момент каретка находится на наклонной плоскости в самом верхнем положении, ковшик при этом опущен. Под действием силы тяжести каретка начинает двигаться вниз по наклонной плоскости и наматывать на ось нитку, удерживающую ковшик. Дойдя до самого нижнего положения, каретка ударяет в рычаг анкерного механизма, и в ковшик падает шарик. Вес шарика делается таким, чтобы под его тяжестью нитка раскрутилась, а каретка снова поднялась вверх. Когда каретка вернется в крайнее верхнее положение, ковшик опрокидывается набок и шарик выскакивает из нее. Опрокидывание ковшика делается при помощи второй нитки, укрепленной на оси с помощью кольца (см. рис. 30). Как только шарик выкатится, каретка начнет двигаться вниз и затем весь процесс повторяется в той же последовательности. Так, автоматически, без всякого двигателя будет произведена разгрузка всех шариков.

Чтобы лучше понять принцип действия этой модели и спроектировать ее, рассмотрим рисунок 30, справа. Известно, что тело, двигающееся по наклонной плоскости, совершает это движение с постоянным ускорением, которое меньше ускорения падающих тел. Обозначим через P силу тяжести (вес) каретки с ковшиком и разложим эту силу на составляющие: силу F_1 вдоль наклонной плоскости и силу F_2 перпендикулярно к ней. Сила F_2 вызывает прогибание металлических стержней, образующих наклонную плоскость, и трение при движении каретки (которое для простоты рассуждения не учитывается). Другая сила F_1 является для данного момента постоянной и вызывает постоянное ускорение каретки по наклонной плоскости. Величину силы F_1 можно легко определить. Обозначив длину и высоту наклонной плоскости буквами l и h, получим отношение:

$$\frac{F_1}{P} = \frac{h}{l}.$$

Из этого отношения можно сделать вывод, что та слагающая веса каретки (F_1), которая направлена вдоль наклонной плоскости, во столько раз меньше веса, во сколько высота меньше длины плоскости.

Приведем такой пример. Предположим, что каретка и ковшик весят 200 *г*, высота и длина наклонной плоскости соответственно равны 350 *см* и 700 *см*, тогда сила, движущая тело по наклонной плоскости, будет равна: $F_1 = 200 \times \frac{350}{700} = 100$ *г*.

Во время движения каретки вниз на ось ее будет намотана нитка, удерживающая ковшик. Когда в ковшик (в нижнем положении) упадет шарик, сила P возрастет, увеличится и сила F_2 и, кроме того, появится новая сила F_3 (от закрученной нитки, направление которой противоположно силе F_1).

Если новая сила F_3 будет больше силы F_1, то каретка под действием силы F_3 начнет двигаться вверх по наклонной плоскости.

Как сделать силу F_3 большей? Очевидно, для этого надо правильно подобрать вес шарика.

Когда основные силы и соотношения будут установлены, приступают к конструированию модели.

Металлические стержни, образующие наклонную плоскость, должны иметь опреде-

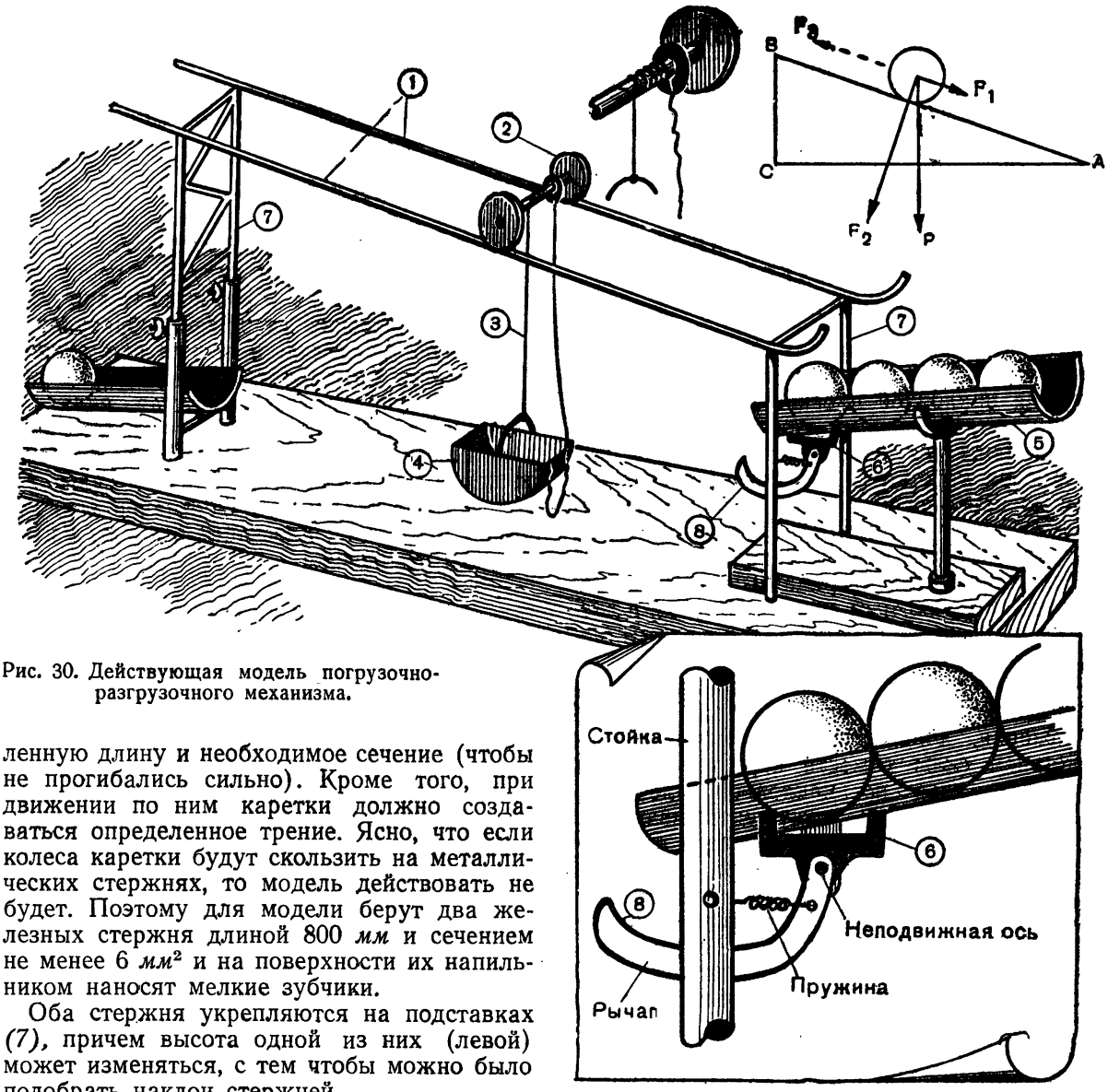


Рис. 30. Действующая модель погрузочно-разгрузочного механизма.

ленную длину и необходимое сечение (чтобы не прогибались сильно). Кроме того, при движении по ним каретки должно создаваться определенное трение. Ясно, что если колеса каретки будут скользить на металлических стержнях, то модель действовать не будет. Поэтому для модели берут два железных стержня длиной 800 *мм* и сечением не менее 6 *мм*^{2} и на поверхности их напильником наносят мелкие зубчики.

Оба стержня укрепляются на подставках *(7)*, причем высота одной из них (левой) может изменяться, с тем чтобы можно было подобрать наклон стержней.

Каретка представляет собой два металлических колеса с желобками, прочно насаженными на общую ось. Но лучше сделать двухосную тележку. Капроновая нитка, длина которой подбирается по высоте левой стойки, туго привязывается к оси. Ко второму концу ее укрепляется ковшик. Ковшик делается из жести. По своим размерам он должен соответствовать диаметру шариков.

К одному краю ковшика привязывается еще одна нитка, которая служит для опрокидывания ковшика. Длина этой нитки должна быть точно подобрана, иначе шарик из ковшика не будет выскакивать точно в заданном месте.

Второй конец нитки укрепляется также на оси каретки, но с помощью свободно скользящего кольца.

Наиболее кропотливым делом является изготовление лотка для шариков и анкерного механизма. Каретка, опускаясь вниз, ударяет в рычаг *(8)*. Этот рычаг жестко связан с анкером одной осью.

В обычном положении рычаг оттягивается пружинкой и левый палец анкера удерживает в лотке все шарики. Во время удара

рычаг поворачивается, левый палец анкера опускается, а правый поднимается и первый шарик в лотке получает возможность вкатиться в ковшик. Все остальные шарики должны удерживаться правым пальцем. Когда каретка пойдет вверх, пружинка вернет рычаг в первоначальное положение и все шарики переместятся до левого пальца анкера.

При конструировании этого узла надо правильно подобрать высоту установки лотка и его наклон. Необходимо сделать так, чтобы шарики хорошо скользили в лотке и падали именно в ковшик.

Лоток и анкерный механизм можно сделать из металла или лучше из органического стекла. Укрепляется лоток с помощью подставки, которую можно перемещать на основании модели.

Изготовление модели начинают с направляющих стержней и стоек, затем делают каретку и ковшик. Последними изготовляются лоток и анкерный механизм. Готовую модель надо испытать и хорошо отрегулировать.

Сначала регулируется движение каретки по направляющим наклонной плоскости. Каретка должна хорошо скатываться и подниматься. Вкладывая рукой шарик в ковшик, добиваются хорошего и спокойного перемещения каретки.

Затем регулируется анкерный механизм. Надо сделать так, чтобы при ударе ковшика в рычаг в ковшик попадал только один шарик. Этого можно добиться, изменяя угол наклона лотка. Далее производится общая регулировка всей модели.

Простая действующая модель разгрузочно-погрузочного механизма смотрится с большим интересом.

ДЕЙСТВУЮЩАЯ МОДЕЛЬ ПОДЪЕМНОГО КРАНА

Наша промышленность выпускает различные по назначению подъемные краны: для строительства зданий, погрузочно-разгрузочных работ и т. д. Краны позволяют значительно облегчить труд рабочего, ускорить темпы работы.

Модель подъемного башенного полноповоротного крана, которая здесь описывается, может быть сделана в любом машиностроительном кружке первого года занятий. Основными рабочими движениями модели будут: передвижение по специальным рельсовым путям, поворот стрелы и подъем груза. Все эти движения выполняются с помощью ручного тросикового привода, который можно заменить моторным приводом или другими механическими двигателями.

Материалом для постройки модели служат обрезки фанеры, небольшие доски, полоски кровельного железа или жести, алюминиевая и железная проволока, потребуются также различные точеные детали, тросик и ремни.

Для модели крана можно использовать и детали металлического конструктора.

Модель имеет следующие основные части (рис. 31): колонну *(1)*, поворотную головку *(2)*, стрелу с грузоподъемным устройством (крюком) *(3)* и ходовую тележку *(4)*. Особенностью модели является необычная конструкция управления. На конце длинного тросика *(2—3 м)* укреплен маховик с ручкой. Вращение маховика (в любую сторону) передается тросиком на ведущее колесо *Ж* (рис. 32). Это колесо, в свою очередь, связано фрикционной передачей с колесом *Е*, свободно укрепленным на рычаге. Рычаг можно устанавливать в три положения: при крайнем левом положении колесо *Е* подводится к колесу *Б*. Вращение этого колеса передается с помощью ременной передачи на ходовые колеса — кран начнет двигаться по рельсовому пути. При среднем положении рычага колесо *Е* подводится к колесу *В*, фрикционно связанному с колесом *Д*. На верхнем конце оси этого колеса устанавливается поворотная головка, поэтому при вращении колеса *Д* стрела крана начнет поворачиваться. При третьем положении рычага колесо *Е* подводится к колесу *Г*. На шкив этого колеса при его вращении наматывается капроновая нитка, к концу которой привязан крюк.

Управлять работой крана удобно вдвоем. Один кружковец вращает маховик на тросике, другой, переставляя рычаг, управляет рабочими движениями крана. Ручной привод можно легко заменить моторным. Электрический мотор с редуктором устанавливается на конце тросика вместо маховика с ручкой. Управлять такой моделью может уже один человек.

Работу над моделью начинают с изготовления деталей для колонны крана. Высота колонны крана берется от 500 до 800 *мм*.

В заготовленных деталях намечаются и сверлятся необходимые отверстия, делаются

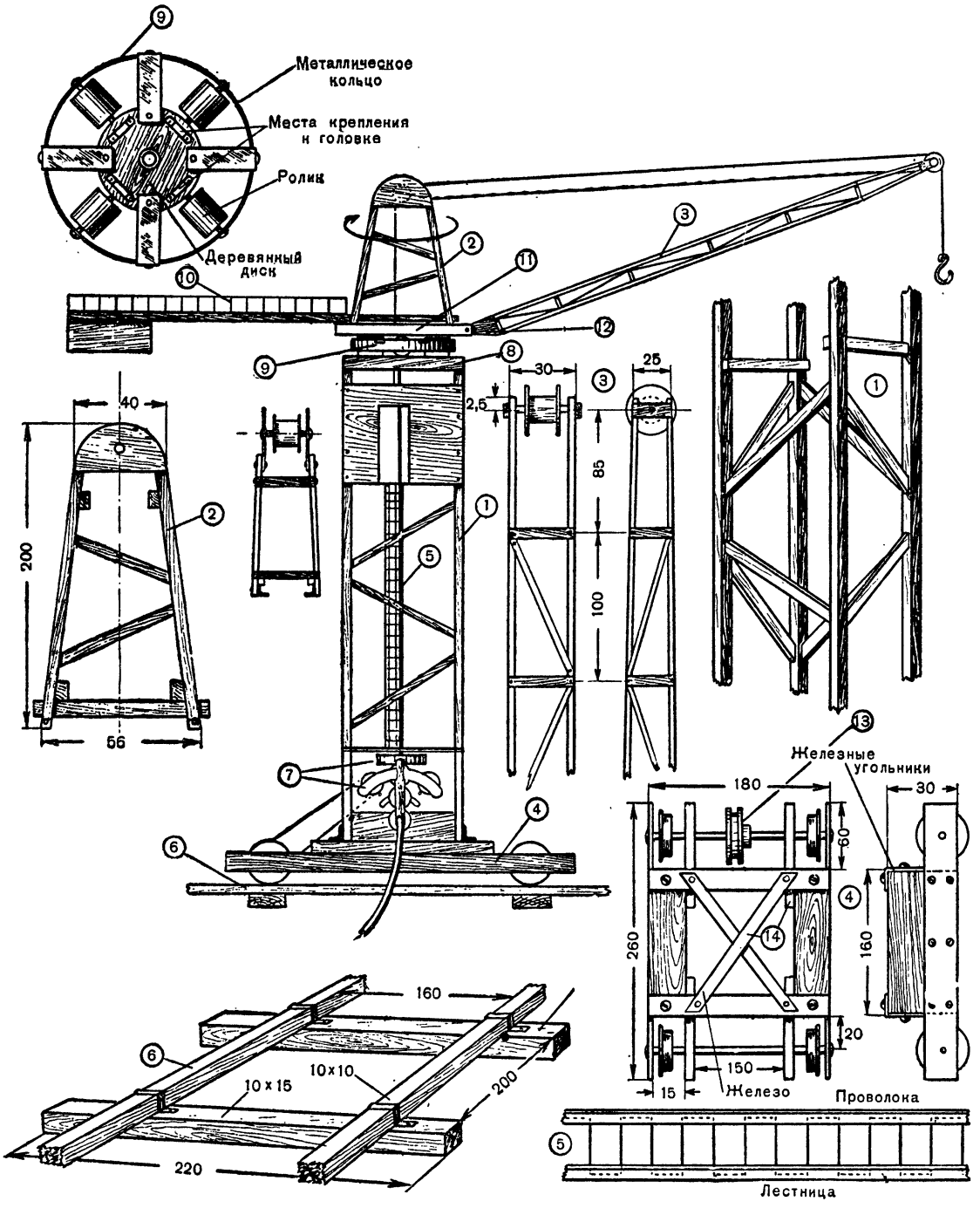


Рис. 31. Модель подъемного крана.

срезы. Затем приступают к сборке колонны. Сначала собираются две боковые стороны колонны. Каждая из них имеет по два вертикальных бруска, которые соединяются поперечными брусками и распираются укосинами. Собрав обе стороны колонны, их соединяют между собой с помощью поперечных брусков и укосин. Сверху колонны устанавливается крыша (*8*), монтируется кабина и устанавливается лестница *(5)*. Лестница делается из фанеры и проволоки.

Далее делают головку крана.

Сначала изготовляют опорный роликовый круг *(9)*. Из дерева выпиливается диск диаметром 50 *мм*, толщиной 10 *мм*. Затем из железа или жести делают два кольца и четыре П-образных хомутика. Все эти детали соединяются друг с другом, как это показано на рисунке 31.

Ролики вытачиваются из дерева и устанавливаются на осях из железной проволоки. В центре роликового круга сверлится отверстие, в которое вставляется ось — длинная трубка. На другом конце трубки укрепляется колесо *Д*. Роликовый круг устанавливается на крышке колонны крана так, чтобы он мог легко скользить.

Надстройка головки крана делается из фанеры. Сначала собираются две боковые стенки, которые скрепляются между собой поперечными планками. Сверху колонны устанавливается блок для нити.

Надстройка устанавливается на П-образных хомутиках роликового круга с помощью металлических уголков и укрепляется болтиками.

Затем изготовляют консоль *(10)* и стрелу крана. Устройство этих частей видно из рисунка и не требует пояснений. Консоль и стрела укрепляются на планке (*11*) поворотной головки, размеры этих частей зависят от выбранной высоты колонны крана.

Готовую консоль неподвижно закрепляют на планке с помощью шурупов или болтиков. Стрела же крепится к поворотной головке специальным хвостовиком *(12)*.

На узком конце стрелы укрепляют полоски из жести и сверлят в них отверстия для оси блока.

Далее изготовляется ходовая тележка крана. Ее конструкция показана на рисунке 32.

На боковинах тележки укрепляются полоски из железа или жести. В них на осях из железной проволоки устанавливаются ходовые колеса. Колеса могут быть деревянными или металлическими. Их лучше всего выточить на токарном станке.

Для оси ведущих колес желательно применить шариковые подшипники № 3 или № 4. Перед установкой оси на нее жестко насаживается шкив *(13)*. Обе боковины тележки скрепляются металлическими угольниками *(14)* и распорками. К раме ходовой тележки укрепляется колонна крана, для ее закрепления сверлятся четыре отверстия под болтики. Перед тем как укрепить колонну крана, изготовляется механизм управления. Все колеса фрикционных передач, кроме колеса *Е*, вытачиваются из дерева и жестко укрепляются на осях из железной проволоки. Колесо *Е* делается из резины. Оси колес устанавливаются в двух фигурных металлических полосках, которые закрепляются на боковых сторонах колонны крана.

Рычаг управления делается из фанеры или железной полоски. В нижней части его устанавливается втулка для тросика.

Разрез этого узла показан на рисунке 32. Чтобы рычаг твердо устанавливался на одном из трех положений, он снабжается стопором — небольшой изогнутой пружинкой, которая заскакивает в специальные отверстия на боковой стороне колонны крана.

Когда механизм управления будет готов и колонна крана укреплена на ходовой тележке, проверяют сцепление в колесах фрикционных передач и приступают к установке ремней и тяговых нитей для крюка и стрелы крана. Ремень устанавливается между шкивом на ведущих колесах и шкивом на колесе *Б*. Он передает вращение на колеса от ручного привода. Тяговая нить с крюком укрепляется на блоке колеса *Г* и проходит через осевую трубку крана сначала на блок поворотной головки, а затем на блок стрелы. Крюк крана желательно подвесить через систему двух полиспастов. Стрела крана укрепляется примерно в горизонтальном положении с помощью капроновой нитки.

Для устойчивости крана на ходовой тележке устанавливается небольшой груз.

Модель крана двигается по рельсовому пути длиной 3—4 *м*. Рельсы могут быть изготовлены из дерева или проволоки диаметром 4—5 *мм*. Конструкция деревянных рельсов показана на рисунке 31. Готовая и отрегулированная модель крана окрашивается в стальной (серый) цвет, а рельсовый путь — в черный цвет.

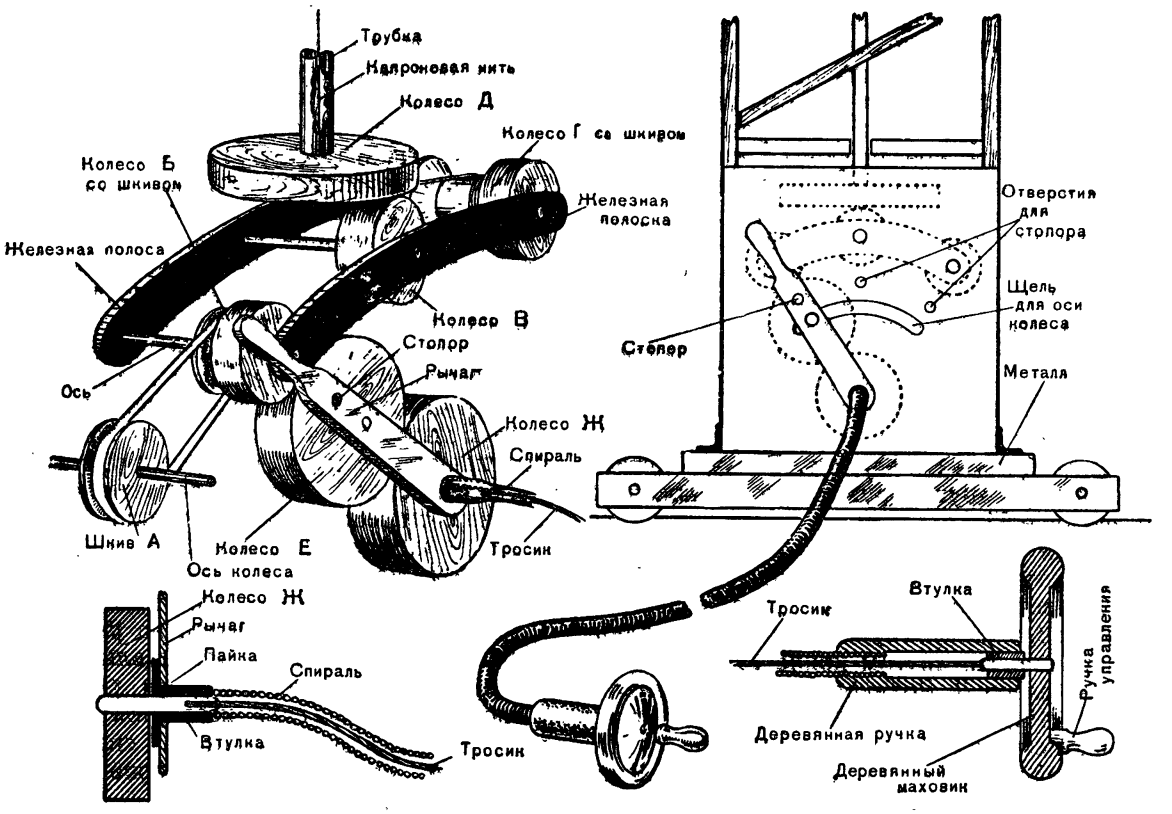


Рис. 32. Модель ходовой тележки крана.

МОДЕЛИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

Многие пионеры и школьники давно интересуются сельскохозяйственными машинами. Они внимательно изучают их и с интересом строят модели этих машин.

Здесь мы описываем некоторые модели сельскохозяйственных машин. Все модели действующие.

Для постройки моделей понадобятся самые простые материалы и несложные инструменты.

Круглые деревянные детали: колеса, втулки, шестерни, шкивы и другие — вытачиваются на токарном станке. Брусочки, планки, доски выстругиваются рубанком.

Все детали нужно отделывать очень тщательно. Особенно чистыми и гладкими должны быть трущиеся места.

При сборке модели следует старательно подгонять детали, чтобы каждая из них стала на свое место.

Особое внимание нужно уделить наладке и регулировке готовой модели. При этом следует добиваться, чтобы все двигающиеся части модели ходили легко, без заеданий.

Готовую модель окрашивают краской. Трущиеся места окрашивать не следует. Съемные части лучше красить отдельно, а части, соединенные наглухо, — вместе.

Чтобы модель ходила легко, все трущиеся места смазывают тальковым порошком. Маслом смазывать не следует: от него деревянные части разбухнут и затормозят движение.

Устройство моделей легко понять по рисункам и описанию. На рисунках показаны общий вид, узлы и отдельные детали модели. Каждая деталь имеет свой номер. Этим номером она обозначается и в узлах и на общем виде. Номера, поставленные на деталях, упоминаются и в описании. Таким образом, деталь нетрудно отыскать на рисунке.

По сравнению с настоящими машинами модели уменьшены примерно в десять раз. Все размеры даются в миллиметрах.

МОДЕЛЬ ТРАКТОРА

Гусеничный и колесный тракторы являются важными тяговыми машинами в сельском хозяйстве.

Показанная на рисунке модель трактора колесного типа приводится в движение при помощи патефонного пружинного двигателя. Но может быть применен и электрический двигатель.

Трактор предназначается для тяги моделей, помещенных в этой главе; ввиду ограниченной силы пружинного двигателя трактор может возить модели только по ровной поверхности: по полу, ровному асфальту и т. п.

Если же трактор будет работать с электрическим моторчиком, то тяга его будет несколько сильнее. Трактор с моделью может пройти расстояние в 20—30 *м*, а без модели — до 40 *м*.

Устроена модель следующим образом (рис. 34). Две фанерные боковины прибиваются к торцам пяти перемычек и образуют открытый ящик — корпус трактора *(1)*. Горизонтальная дощечка в заниженной части корпуса служит рабочей площадкой. Внутри ящика помещается двигатель *(2)*. Его приводная ось выходит вправо — в отверстие боковины. В эту же сторону, в щель, выводится и рычажок скорости двигателя.

Отверстие для завода (ключа) размещается спереди модели, в правом углу.

Двигатель крепится к правой боковине корпуса между плитой двигателя и боковиной четырьмя винтами. В местах крепления подкладываются опоры *(3)*. Таких опор две. Третьей опорой двигателя является утолщенная часть втулки под ключ. Для лучшего прилегания втулки в боковине сделаны канавки. Для жесткости правая боковина ящика взята толще левой; она крепится к перемычкам наглухо.

Левая боковина прибивается слегка и является съемной при сборке и разборке модели.

Задние колеса *(4)* — ведущие. Ось колес вращается на двух шарикоподшипниках *(6)*, установленных в боковинах корпуса.

На ось *(5)* колеса насажены неподвижно и вращаются вместе с нею. Чтобы ось не проворачивалась, колеса скрепляются сквозной шпилькой.

Задние колеса трактора состоят из трех частей: деревянных ступицы и спиц и жестяного обода. В ступице по радиусу сверлят шесть отверстий, в них вбивают спицы. Для обода вырезается жестяная полоска шириной 35 *мм*. Края полоски по всей длине обода загибаются, обод обтягивается по спицам и прибивается к ним гвоздями.

При сверлении в ступице отверстий под спицы нужно следить, чтобы шило или сверло направлялось через центр. Для этого сначала сверлят отверстия с одной стороны, а затем с другой (встречной). Отверстия лучше всего сверлить по кондуктору, показанному на рисунке 33. Посадочная часть спицы делается тоньше, чем вся спица, с уступом, чтобы она могла входить в ступицу на определенную глубину. Если спицы колеса сделаны из проволоки, то их к ободу припаивают. По ободу колеса даны шипы. Они представляют собою резиновые полоски, прибитые или приклеенные по всему кругу.

Вращение колес производится ременной передачей. На вал двигателя и на заднюю ось насажены деревянные шкивы *(7* и *8)*, на которые накинут ремень *(9)*. От проворота на оси ведущий шкив удерживается при помощи паза, который при надевании шкива попадает на шпильку оси и этим закрепляет шкив. Шкив надевается на ось плотно через окно боковины. Задний шкив крепится на оси, как и колеса, сквозной шпилькой.

Передняя ось *(10)* имеет вид бруска, к концам которого крепятся оси колес (гвозди). Колеса *(11)* могут быть установлены на шарикоподшипниках или без них.

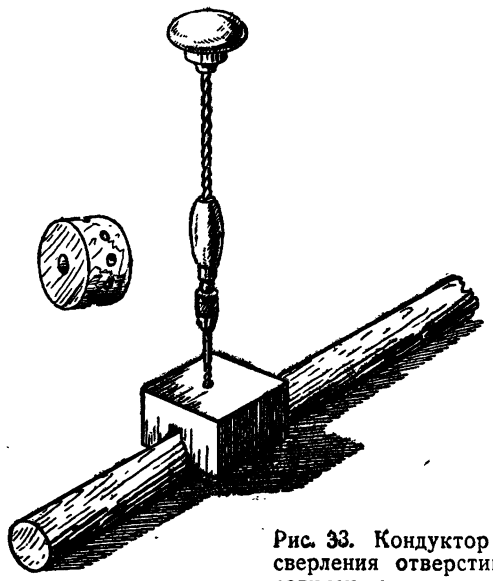


Рис. 33. Кондуктор для сверления отверстий по радиусу в цилиндрических деталях.

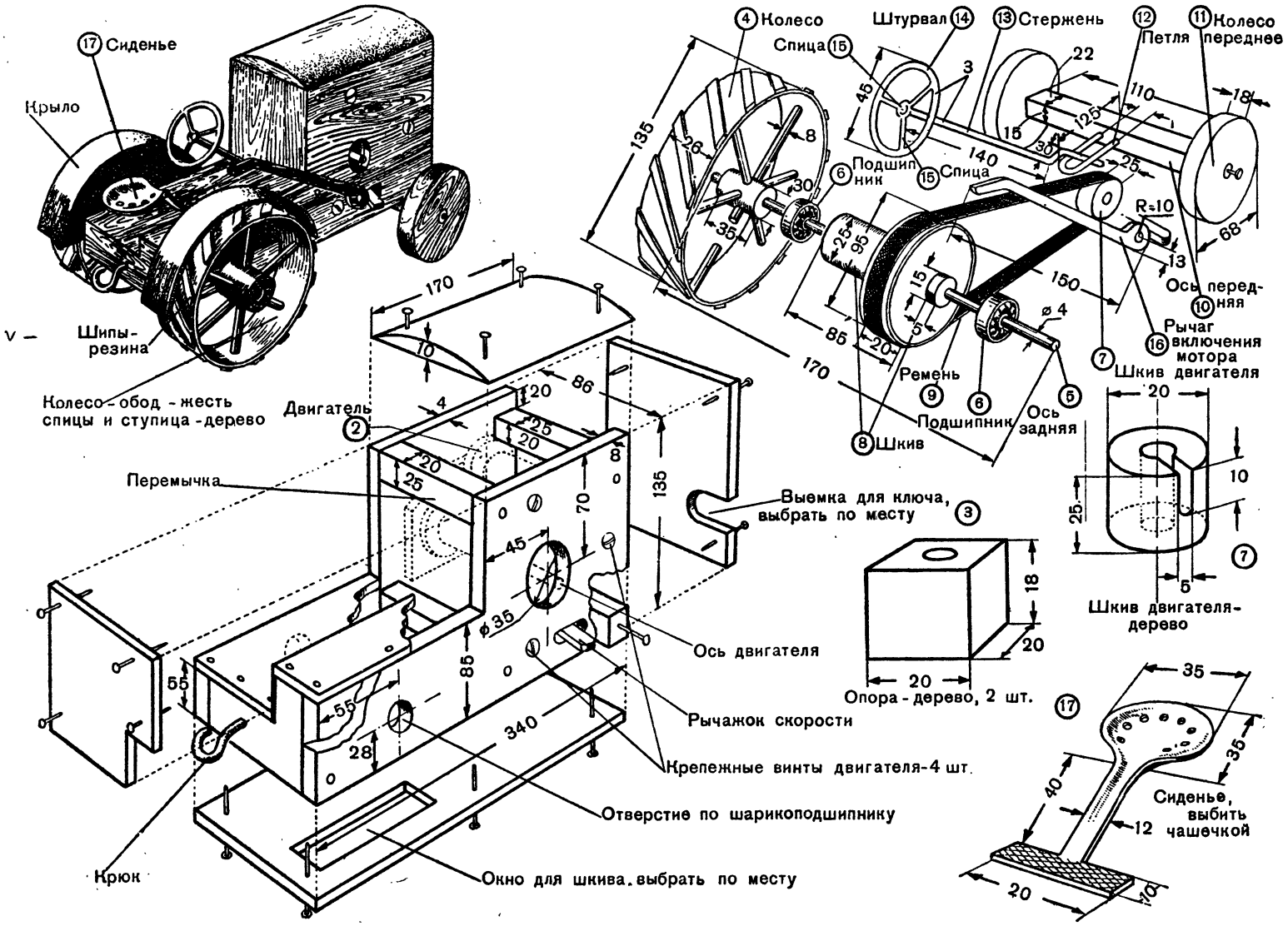


Рис. 34. Модель трактора.

К перемычке корпуса ось привернута шурупом и поэтому может поворачиваться вправо и влево. Поворот оси производится рулем, установленным в отверстии средней перемычки под углом 30° к вертикали.

В брусок оси *(10)* вставлена проволочная петля *(12)*, руль на конце выгнут кривошипом. Кривошип входит в петлю и при повороте руля отводит ее и этим поворачивает колесную ось.

Руль спаян из проволочных частей: стержня *(13)*, штурвала (кольца) *(14)* и спиц *(15)*. Но руль может быть согнут и из одного куска проволоки.

С правой стороны корпуса прикреплен рычаг включения *(16)*, сделанный из жести.

При опускании рычага рукояткой эксцентрическая часть его отводит пусковой рычажок двигателя, и трактор включается. При подъеме рычага вверх трактор выключается. Осью рычага служит шуруп, им рычаг туго привертывается к боковине и этим удерживается при отводе в нужном положении. Рычаг прикрепляется по месту.

На рабочей площадке сзади руля установлено сиденье *(17)*. Колеса ограждаются жестяными крыльями. Размер крыльев подбирается по месту.

Сзади корпуса укреплен крюк для прицепа. Все открытые места коробки корпуса после окончательной сборки и наладки обшиваются тонкой фанерой или картоном. Чтобы модель хорошо ходила, ее вес должен быть небольшим, а колеса легко вращаться, без торможений. При установке двигателя нужно следить, чтобы его плита располагалась параллельно плоскости боковины.

Оба шкива обязательно вытачиваются на станке. Отверстия в них просверливаются точно в центре. Шкивы должны вращаться без биения.

Ремень сшивается из мягкой тонкой кожи. Подойдет и ремень от часов. Сшивается ремень аккуратно, без грубых швов и рубцов. Ширина ремня 8—10 *мм*, толщина 1—1,5 *мм*. Ремень надевается на шкивы внутренней, шероховатой стороной. Для лучшего сцепления с ремнем поверхности шкивов обклеиваются или обиваются слоем резины толщиною 1,5—2 *мм*. На шкивы ремень следует натягивать не очень туго, но и не слабо.

Двигатель нужно оберегать от пыли и загрязнения.

ТРАКТОРНАЯ ДИСКОВАЯ БОРОНА

Чтобы разрыхлить вспаханные пласты земли и измельчить крупные комья почвы, пользуются боронами. Одной из таких борон является тракторная дисковая борона, которая работает с помощью трактора. К колесному трактору прицепляют одну борону, а к более мощным тракторам — по нескольку.

Борона имеет четыре батареи, составленные из выпуклых вращающихся дисков. Эти диски служат рабочими органами бороны. Они разрезают и рыхлят почву, оборачивают, перемешивают и сдвигают ее, а также подрезают остатки растительности. Батареи прикреплены к раме шарнирно: их можно переставлять под углом к линии движения бороны. Устанавливая диски под соответствующим углом, добиваются лучшей обработки почвы.

К месту работы борону доставляют на особой тележке. А у некоторых типов борон имеются и свои транспортные колеса.

Для модели бороны (рис. 35) требуется 41 выпуклый диск *(1)*. Они изготовляются из листового алюминия, латуни или цинка толщиной приблизительно 0,5 *мм*. Их можно вырезать и из жести, но ее труднее выгнуть.

Для дисков сначала вырезаются металлические кружочки диаметром 32 *мм*, в центре которых просверливается или пробивается гвоздем небольшое отверстие (диаметром 1—2 *мм*). Затем на ровный торец дерева кладут кружочек и, постепенно поворачивая его, выколачивают. Молоток берут с закругленным гладким бойком. Глубина чашечек-дисков берется 4 *мм*. Все диски должны быть выгнуты одинаково. Для этого каждый из дисков проверяют по уже готовому, складывая их вместе.

Диски можно выдавливать и при помощи специального приспособления.

Приспособление состоит из двух деталей — пуансона и матрицы. Матрица имеет углубление, а пуансон — выпуклость по размеру диска.

В центре матрицы установлена фиксирующая шпилька. Диск (заготовка), надеваясь на шпильку, кладется на матрицу и сверху надавливается пуансоном. Формовку дисков можно производить или вставляя приспособление в тиски, или ударяя по пуансону молотком.

Готовые диски соединяются в четыре батареи. Одна передняя батарея и две задние

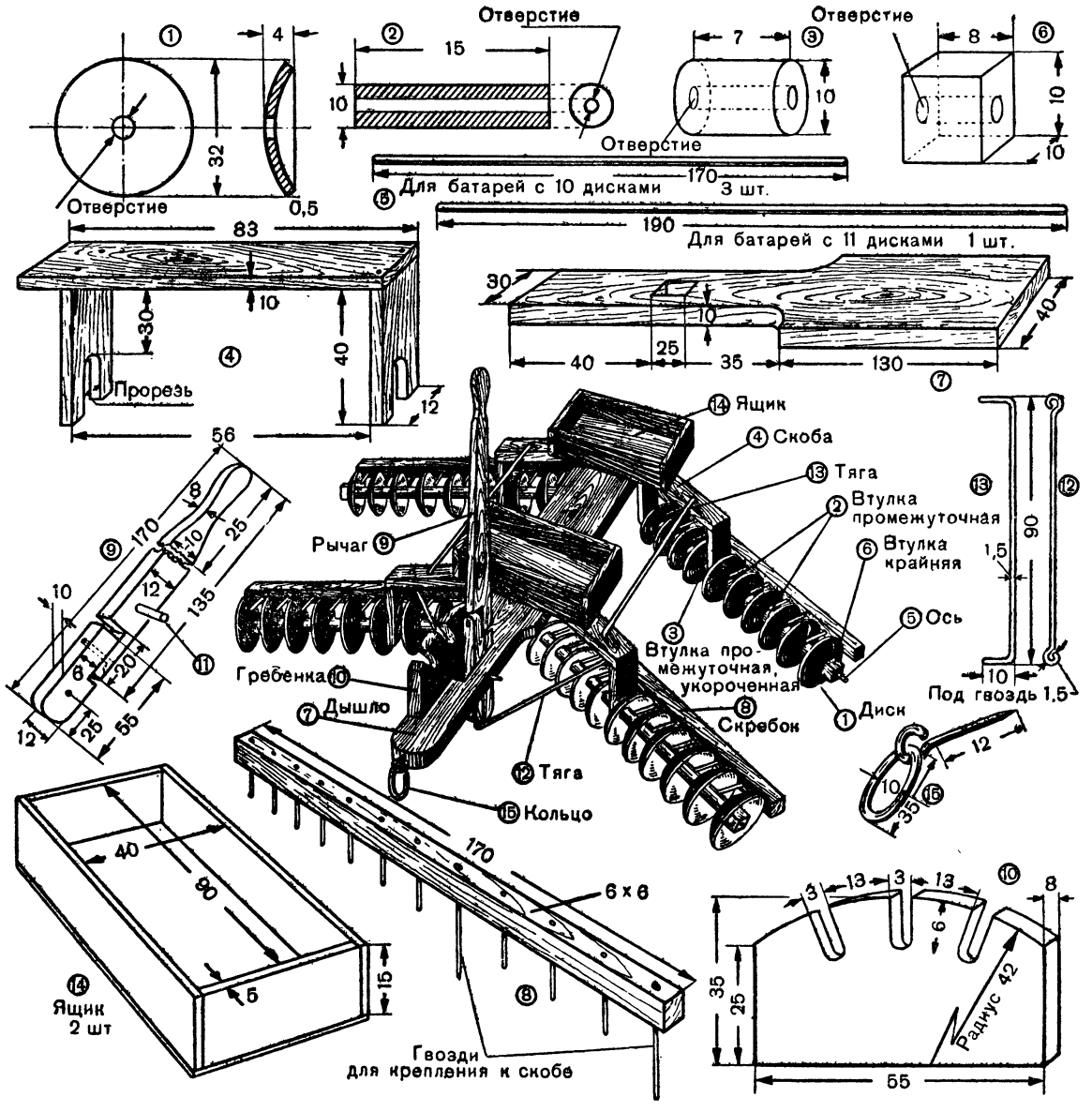


Рис. 35. Модель тракторной дисковой бороны.

состоят из 10 дисков каждая, вторая передняя — из 11 дисков.

Оси *(5)* батарей изготовляются из проволоки диаметром 3 *мм*. Отверстия в центре дисков делаются по диаметру оси.

Диски, надетые на ось, отделяются друг от друга промежуточными втулками *(2)*. Втулки лучше делать из липового кругляша, раскалывая его на шашки размером приблизительно 15 × 15 *мм*. В центре шашек просверливают отверстие. Затем шашке придается цилиндрическая форма.

После окончательной отделки поверхности втулки обрезают по длине. Всего требуется 36 втулок, 4 из них — укороченные.

Диски и втулки надевают на оси. Диски передних батарей располагаются выпуклостями внутрь — к дышлу, а диски задних батарей — выпуклостями наружу, от дышла. Следовательно, диски одной передней бата-

реи обращены своими выпуклостями к выпуклостям дисков второй батареи, а диски одной задней батареи повернуты к дискам второй батареи своими вогнутыми сторонами. Такое расположение дисков позволяет дискам задних батарей двигаться не по следам дисков передних батарей, а между ними. На концы осей туго надеваются четырехугольные втулки *(6)*, которые удерживают диски и не дают им спадать.

Укороченные втулки *(3)* ставят между шестым и седьмым дисками, оставляя место для конца скобы *(4)*.

Из дерева делаются четыре скобы в виде буквы П *(4)*. Передние скобы имеют с одной стороны на верхней планке выступы. На концах скобы вырезаются полукруглые выемки, в которых оси батарей закрепляются гвоздями. Диски вместе с осями вращаются в этих выемках.

Внутри каждой скобы помещаются четыре крайних диска, а шесть остаются за скобою. Одиннадцатый диск одной передней батареи тоже остается за скобою, но с другой стороны ее он располагается в промежутке между двумя соседними скобами.

Из деревянной дощечки вырезается дышло *(7)*. К дышлу стержнями (гвоздями) снизу прикрепляются все четыре батареи. На этих стержнях (осях скоб) батареи поворачиваются под углом к оси движения.

Для очистки дисков от прилипающей к ним земли устанавливают скребки *(8)*. Скребок представляет собою деревянный брусок, в котором закреплены проволочные шпильки или мелкие гвоздики. Двумя гвоздями брусок прикрепляется к концам скобы позади дисков. Эти же гвозди удерживают ось дисков в выемках скобы. Шпильки скребка располагаются между дисками.

Чтобы поворачивать батареи под углом, в отверстии дышла устанавливается рычаг, вырезанный из дерева *(9)*. Рычаг состоит из двух частей, соединенных шарнирно. Он имеет две оси качания: может отводиться по движению бороны и в сторону. Нижняя часть рычага укрепляется гвоздем в отверстии дышла (этот гвоздь служит осью, на которой рычаг качается взад и вперед по движению бороны).

Гвоздь, соединяющий обе части рычага, является второй осью, с помощью которой верхний конец рычага можно отводить в сторону.

Чтобы удерживать рычаг в требуемом положении, рядом с ним на дышле устанавливается деревянная гребенка *(10)* с тремя выступами. К верхней части рычага на уровне вырезов прикрепляется запорная шпилька — гвоздь или кусочек проволоки *(11)*. С передними батареями нижний конец рычага соединяется тягами *(12)* из проволоки. Такими тягами *(13)* соединяются передние батареи с задними. Таким образом, одним поворотом рычага можно привести в действие все четыре батареи.

Действует рычаг так: отводя в сторону верхнюю часть рычага, освобождают запорную шпильку из прореза гребенки. После этого рычаг передвигают вперед или назад, поворачивая батареи под нужным углом. Затем шпильку рычага вводят в другой прорез и этим закрепляют положение батарей.

Из фанеры или жести делаются и прикрепляются гвоздями к дышлу два ящика *(14)*. Их загружают камнями или землей, чтобы диски бороны глубже входили в почву.

Из проволоки сгибается и укрепляется на переднем торце дышла кольцо прицепа *(15)*.

Скобы и дышло-раму можно сделать и из жести.

ТРАКТОРНЫЕ ГРАБЛИ

Тракторные грабли предназначены для сгребания скошенной травы в валки. Работают грабли в прицепе с трактором. Грабли могут быть составлены из одного, двух и трех отдельных звеньев (секций). Звенья прикрепляются в ряд к общей раме.

Каждое звено имеет ширину сгребания около десяти метров.

Если грабли работают при двух звеньях, их прицепляют к трактору небольшой мощности, если же грабли составлены из одного звена, то могут работать в конной упряжке в три-четыре лошади.

Основной рабочей частью настоящей машины является грабельное устройство. Оно состоит из бруска с дугообразными зубьями, которыми и производится сгребание. Рама каждого звена установлена на колеса и имеет спереди спицу с прицепом. Грабельный брус прикреплен позади рамы шарнирно и может подниматься и опускаться, оставляя собранный валок сена. Подъем и опускание граблей производится автоматически от ходовых колес.

Модель тракторных граблей действующая (рис. 36).

Она сгребает сено, и у нее, так же как и у настоящей машины, автоматически подни-

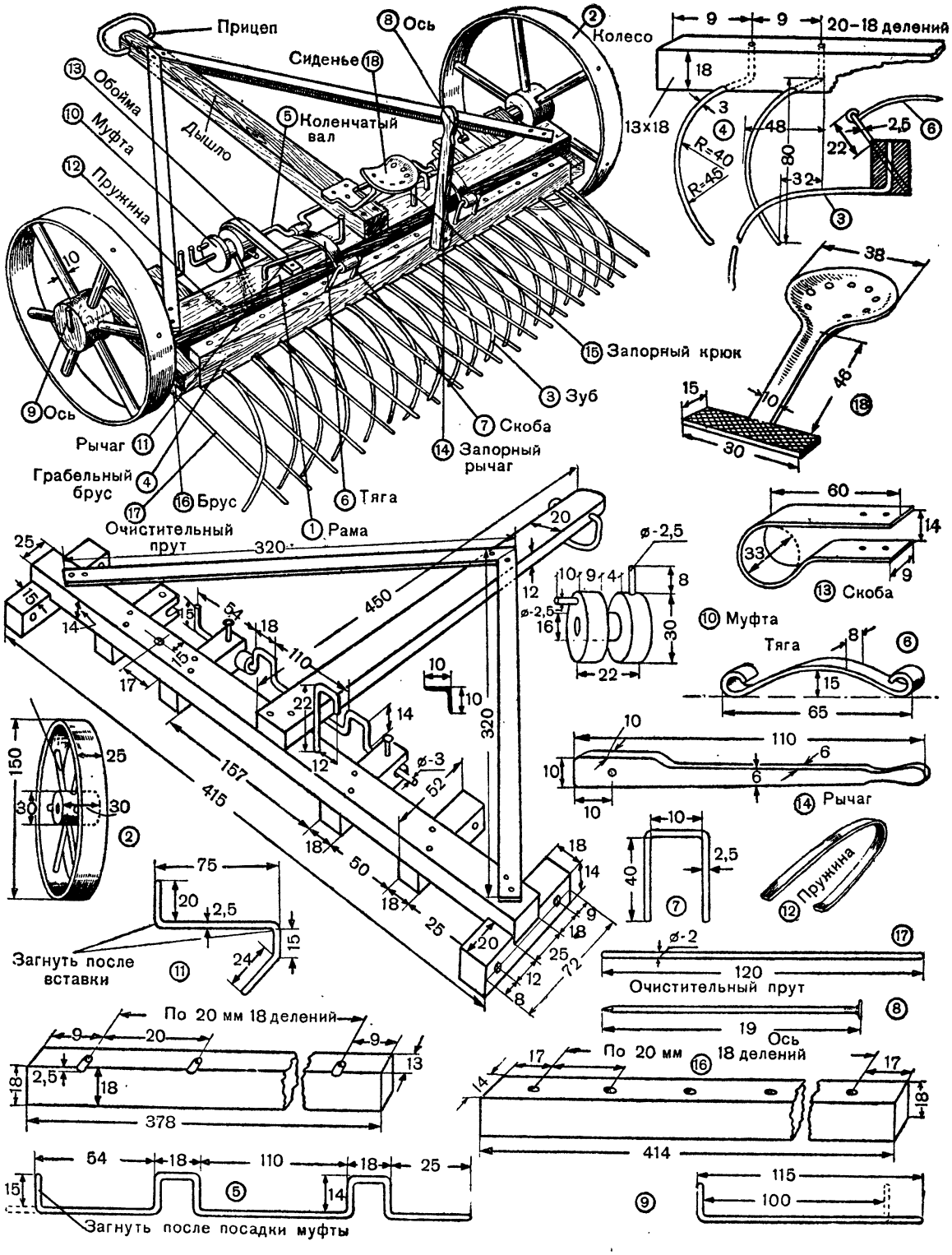


Рис. 36. Модель тракторных граблей.

маются и опускаются грабли. Модель представляет собой одно грабельное звено.

По сравнению с настоящей машиной модель уменьшена в десять раз, а по длине — в двадцать с лишним раз.

Несущей частью модели является деревянная рама *(1)*. Она состоит из основного бруса, к которому прикреплены шесть поперечных брусочков. С передней стороны рама оканчивается дышлом с прицепом. Основной брус и дышло соединены двумя жестяными раскосами.

С боков рама опирается на два колеса *(2)*. Левое колесо — приводное. Оно приводит в движение механизм для подъема граблей. Правое колесо служит только для поддержания рамы.

Позади рамы установлены грабли. Это согнутые дугою и вделанные в деревянный брусок *(4)* проволочные зубцы *(3)*. Концы грабельного бруска укреплены в крайних брусочках рамы на осях. Такое устройство дает возможность граблям подниматься и опускаться.

Подъем граблей производится при помощи коленчатого вала *(5)* и двух тяг *(6)*. Каждая тяга сцеплена одним концом с коленом вала, а вторым со скобою *(7)*, вбитой в грабельный брус. При вращении вала его колена приводят в движение тяги, которые за скобы тянут грабельный брус и поднимают грабли.

Коленчатый вал и оси обоих колес вставлены в поперечные брусочки рамы. Осью правого колеса служит гвоздь *(8)*, туго вставленный в отверстие брусочков. Колесо же вращается на ней свободно. Приводное колесо, наоборот, насажено на оси *(9)* туго и вращается вместе с нею.

Для удобства сборки ось ходового колеса и коленчатый вал вставляются не в отверстия, а в щели брусочков и от выпадания закрепляются гвоздиками.

Коленчатый вал вращается периодически, по мере подъема граблей. Это переменное вращение он получает от приводного колеса при помощи муфты *(10)*, которая свободно вращается на коленчатом валу. Муфта может двигаться и продольно. Муфта представляет собою деревянный цилиндр с канавкой по окружности. В муфту вбиты две проволочные шпильки. Одна шпилька вколочена в торец муфты, со стороны ходового колеса, вторая — в цилиндрическую часть, правее канавки.

Муфта включается рычагом *(11)*, который вставлен в основной брус рамы. Нижний конец его введен в канавку муфты, верхний конец рычага имеет рукоятку. Под действием пластинчатой пружины *(12)* нижний конец рычага удерживает муфту в правом крайнем положении. Муфта огибается жестяной обоймой *(13)*, которая одним концом крепится вверху основного бруса, другим — снизу его. В месте крепления обоймы в брусе сделан вырез. Обойма служит упором для окружной шпильки при включении муфты.

Работа муфты и подъем граблей происходят следующим образом: при отводе вперед рычага за рукоятку его нижний конец придвигает муфту вплотную к отогнутому концу вала. Торцовая шпилька муфты выходит из канавки, сцепляет отогнутые концы вала и оси *(9)*, и они вместе начинают крутиться.

При вращении окружная шпилька муфты скользит по кромке обоймы и удерживает муфту от возвратного хода. Она удерживает ее до тех пор, пока не дойдет до края обоймы.

Как только шпилька доходит до края обоймы, она соскакивает в вырез бруска и рычаг отводит муфту обратно, вправо. Торцовая шпилька расцепилась, и коленчатый вал остановился. Он повернулся ровно на один оборот. Поднял, опустил грабли и отключился автоматически. Теперь грабли будут сгребать сено до тех пор, пока мы не отведем рычаг и не включим муфту.

При переезде с места на место в верхнем положении грабли удерживаются запорным рычагом *(14)* и крюком *(15)*.

Снизу вдоль основного бруса рамы прибит брусок *(16)*, в который вставлены проволочные очистительные прутья *(17)*. Каждый прут находится между зубцами и при подъеме граблей очищает их от сена. Посредине рамы установлено сиденье *(18)*.

Изготовление модели лучше начинать с рамы *(1)*, а потом уже к ней прилаживать остальные детали. Для рамы заготовляются восемь брусочков. Размер основного бруска 415×25×14 *мм*, дышла — 450×20×12 *мм* и поперечных брусочков: крайних (два) — 72 × 18 × 14 *мм* и средних (четыре) — 52 × 18 × 14 *мм*.

Для прочного прилегания поперечных брусков к основному в поперечных брусках делаются выемки. Глубина их 5 *мм*, длина 20 *мм* (по ширине основного бруса). Чтобы все отверстия в брусочках были одинаковыми, брусочки нанизываются отверстиями на проволоку и все выемки подстругиваются — выравниваются. У крайнего левого и

трех средних брусочков отверстия под оси делаются в виде щелей.

Колеса делаются так же, как и в модели трактора, только без шипов, по размерам, указанным на рисунках.

Чтобы прочно укрепить ось, конец ее отгибают и вкладывают в канавку, вынутую в ступице ходового колеса. Перед тем как загнуть второй конец, на ось насаживают две деревянные втулочки длиною 5 *мм* и толщиною 10 *мм*. Втулочки располагаются по бокам поперечных брусочков и не дают оси двигаться в продольном направлении. Из проволоки толщиною *3 мм* нарезаются 19 заготовок для зубцов *(3)*. Длина заготовки 130 *мм*. Чтобы кривизна зубцов была одинаковой, их следует гнуть на деревянной оправке, вырезанной по контуру зубца. В грабельный брус *(4)* зубцы следует сажать как можно туже, чтобы они не выпадали при подъеме. Для предохранения зубцов от проворота в грабельном бруске против отверстий делают канавки, в которые и входят зубцы.

Из мягкой проволоки толщиною 3 *мм* заготовляется коленчатый вал *(5)*. Вал имеет два колена. При изготовлении вала нужно стремиться к тому, чтобы оба колена получились одинаковыми и сам вал был бы хорошо выправлен. Загиб, который присоединяет вал к ходовому колесу, делается после того, как на вал будут насажены втулочка размером 5 × 8 *мм* и муфта. Отогнутый конец вала должен быть равен 15 *мм*, то-есть таким же, как и конец у оси ходового колеса. Перед установкой вала на место на правый его конец надевается вторая втулочка (размером 5 × 8 *мм*). Каждая из втулочек встанет между коленом вала и брусочком рамы и будет предохранять вал от продольного движения при вращении. Расстояние между отогнутыми концами оси ходового колеса и коленчатого вала должно быть 4—5 *мм*.

На передней кромке основного бруса делается вырез. Он нужен для прохода боковой шпильки при вращении муфты.

Из алюминия толщиною 1 *мм* вырезается полоска шириною 9 *мм* и из нее сгибается обойма *(13)*. Для удобства сборки обойма к бруску прикрепляется шурупами. Обойма должна облегать муфту с зазором 1,5—2 *мм*, чтобы муфта в ней свободно вращалась. Для легкого скольжения шпильки муфты по обойме кромка ее делается ровной и гладкой.

Рычаг включения *(11)* сгибается из проволоки толщиною 2,5 *мм*. Сначала, отступя от конца 24 *мм*, делается загиб. После этого рычаг вставляется снизу в отверстие в бруске рамы и сверху загибается в виде рукоятки. Нижний конец при этом отводится в канавку муфты.

Для пружины *(12)* следует подобрать кусок пружинной ленты толщиною 0,2 *мм*, шириною 5 *мм* и длиною примерно 60 *мм*.

Пружина сгибается в виде дуги и ставится на место. Один конец ее упирается в выгнутость рычага, а второй — в поперечный брусок рамы. Концами пружина вставляется вперед, а дужка остается сзади. Чтобы пружина не выпадала, ее прибивают к бруску гвоздиками.

Механизм включения должен работать легко, без заеданий. Соскакивание боковой шпильки с обоймы производится быстро и четко. Из проволоки толщиною 2,5 *мм* сгибаются две скобы *(7)* и туго вставляются в грабельный брус. Скобы располагаются против колен вала по диагонали бруса. Высота скоб над грабельным брусом равна 22 *мм*.

Из алюминия толщиною 1 *мм* вырезаются две полоски для тяг *(6)*. Тяги посредине загибаются дугою и завитыми концами соединяются с коленчатым валом и скобами. При подъеме грабель тяги на валу и на скобах должны качаться легко.

Теперь модель следует испытать в работе. Все детали устанавливают на свои места.

Запорный рычаг привертывается к грабельному брусу шурупом и так, чтобы он легко отводился в сторону, но на шурупе не болтался. После установки крюка и рычага следует проверить, хорошо ли они запираются. Нельзя включать муфту, когда грабли подняты и заперты рычагом. В таком положении грабли не могут двигаться и легко поломать механизм.

Модель можно опробовать и обкатывать, включая на ходу механизм подъема. Грабли будут сгребать, подниматься и опускаться, оставляя собранный валок сена.

МОДЕЛЬ ТРЕХБРУСНОЙ СЕНОКОСИЛКИ

Трехбрусная сенокосилка служит для скашивания кормовых трав разных видов. Для тяги ее применяется трактор. Основным рабочим органом машины является режущее устройство. Сенокосилка имеет три режущих устройства (бруса), поэтому и называется трехбрусной.

При движении машины за трактором ножи ходят в ту и другую сторону и срезают стебли.

Модель трехбрусной сенокосилки (рис. 37 и 38) действующая: у нее двигаются ножи, поднимаются и опускаются пальцевые брусья, работают и другие части.

Главной несущей частью модели является рама, скрепленная из деревянных брусочков. Рама состоит из двух звеньев: основной рамы *(1)* и дополнительной — крыла *(2)*. К передней части рамы прикреплены два жестяных угловых раскоса с тракторным прицепом. Сверху рамы прибита доска. На ней установлено сиденье *(3)* и органы управления.

К основной раме крыло присоединяется шарнирно при помощи ушков *(4)* и запорного стержня *(5)* и может отсоединяться.

Рама опирается на четыре колеса: на три *(6)* — основная и на одно *(7)* — крыло. Левое переднее колесо является ходовым. Оно приводит в движение ножи.

Колесо крыла самоустанавливающееся. Оно надето на коленчатую поворотную ось *(8)*, которая при движении поворачивается и направляет колесо по ходу машины.

Сбоку рамы, к колодкам, прикреплены режущие устройства—брусья *(9)* и ножи *(10)*. Два бруса находятся на основной раме и один — на крыле. Устройство всех трех брусьев одинаково.

Пальцевый брус скользит на двух полозках: внутреннем *(11)* и наружном *(12)*. Наружный полозок является и делителем. Он отделяет ту часть травы, которая должна итти к ножам от остальной. К нему же прикреплен жестяной бортик *(13)*, служащий для отодвигания скошенной травы в сторону. Для дополнительного направления ножа в делителе сделан вырез.

У настоящей сенокосилки полозки можно переставлять выше и ниже и этим менять высоту среза.

Нож в этой модели изменен. Он имеет гребень, которым направляется в пальцах.

Движение ножа у настоящей сенокосилки производится от вала трактора. Оно передается через карданный вал, шестерни и кривошипно-шатунный механизм. В модели движение ножа получают от самой машины.

Снизу рамы в канавки вложены ось *(14)* ходового колеса и коленчатый вал *(15)*. Для того чтобы они не выпадали из канавок, они закрепляются гвоздиками или накладными жестяными планками.

Ходовое колесо надето на приводную ось и вращает ее вместе с коленчатым валом. Ось и вал соединены шарнирной муфтой *(16)*. Муфта представляет собой жестяную трубочку с двумя поперечными стерженьками.

Концы оси и вала завиты петлей и входят внутрь муфты. Для соединения приводной оси с коленчатым валом стерженьки пропускают сквозь петли.

От коленчатого вала идут шатуны *(17)*, которые соединяются с угловыми рычагами *(18, 19* и *20)*. Рычаги, в свою очередь, через тяги *(21, 22* и *23)* соединены с ножами.

Коленчатый вал вращается и водит шатун. Шатун качает рычаг, который тягой движет ножи. Пальцевые брусья прикреплены к колодкам рамы подвижно и могут подниматься. У настоящей машины их поднимают перед случайными препятствиями (камень, пень, кочка) и при переездах с помощью подъемных приспособлений. Таких приспособлений три, для каждого бруса свое.

Устройство их такое. В колодку продета выгнутая из проволоки коленчатая штанга *(24, 25)*. На один конец штанги надевается пальцевый брус, на второй — тяга *(26, 27, 28)*. Тяга идет к угловому рычагу *(29)*, установленному на оси, на стойке рамы. Угловой рычаг сцеплен второй тягой *(30, 31, 32)* с подъемным рычагом.

Для того чтобы тяги не сдвигались на штанге, между ними ставят две втулки *(33)*. Такую же втулочку надевают и на конец коленчатого вала.

Подъемный рычаг составлен из двух частей: основания *(34)* и самого рычага с рукояткой *(35)*, которые прикреплены к сектору *(36)*, установленному на раме. С основанием рычаг соединен шарнирной осью. Такой же осью основание скреплено с сектором. Шарнирное соединение рычага с основанием, а последнего с сектором дает возможность рычагу отклоняться по двум направлениям.

Этим можно приводить в движение все звенья сенокосилки, поднимать или опускать пальцевый брус.

Запирать рычаг надо, отводя его в сторону. Для этого в рычаге вбита шпилька, а по дуге сектора вырезаны пазы. При запоре рычаг отводится шпилькой в пазы и закрепляет требуемое положение пальцевых брусьев. Во время работы сенокосилки пальцевые брусья лежат на земле свободно, шпилька выводится из паза и рычаг остается освобожденным. Запирать рычаг на шпильку

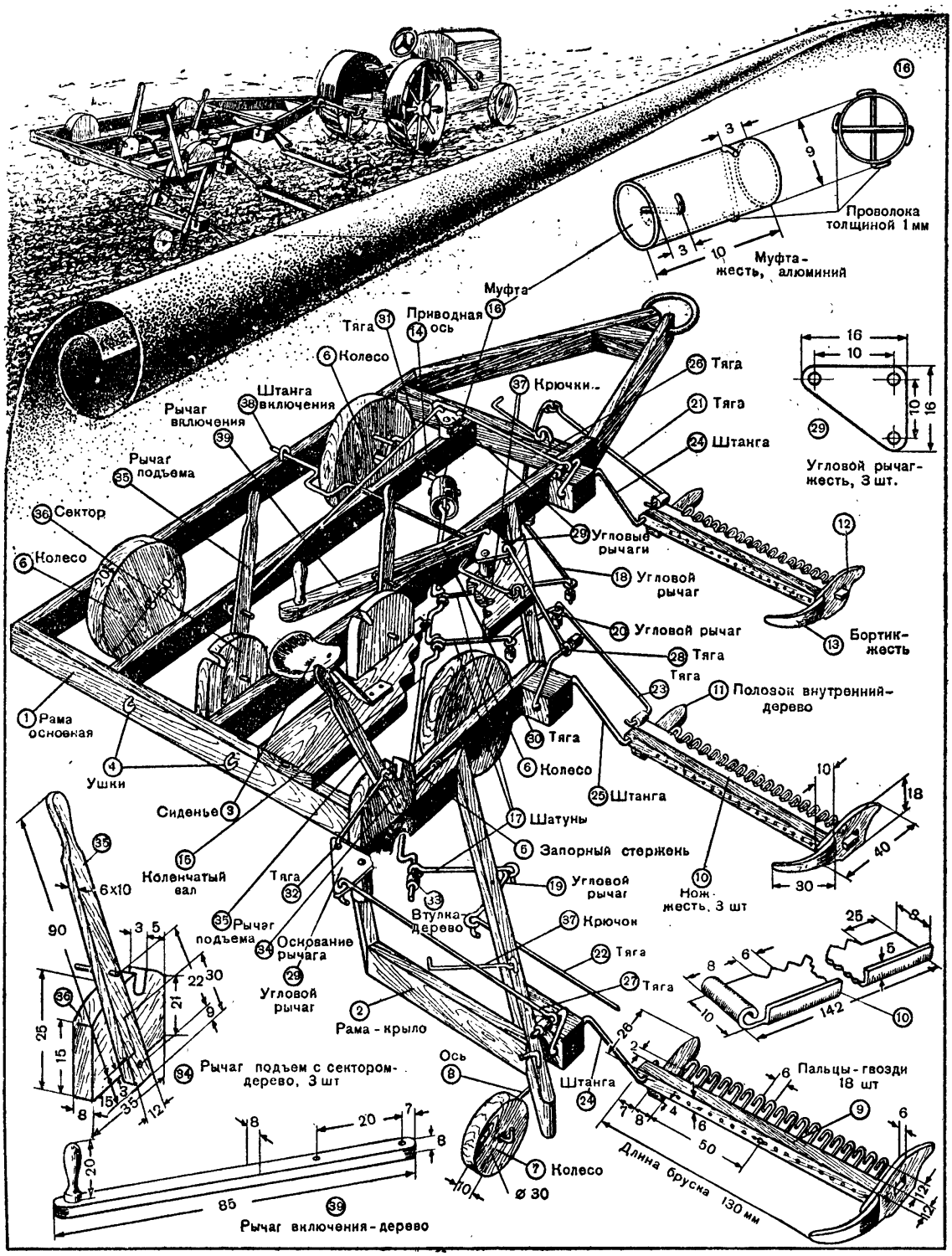


Рис. 37. Модель трехбрусной сенокосилки.

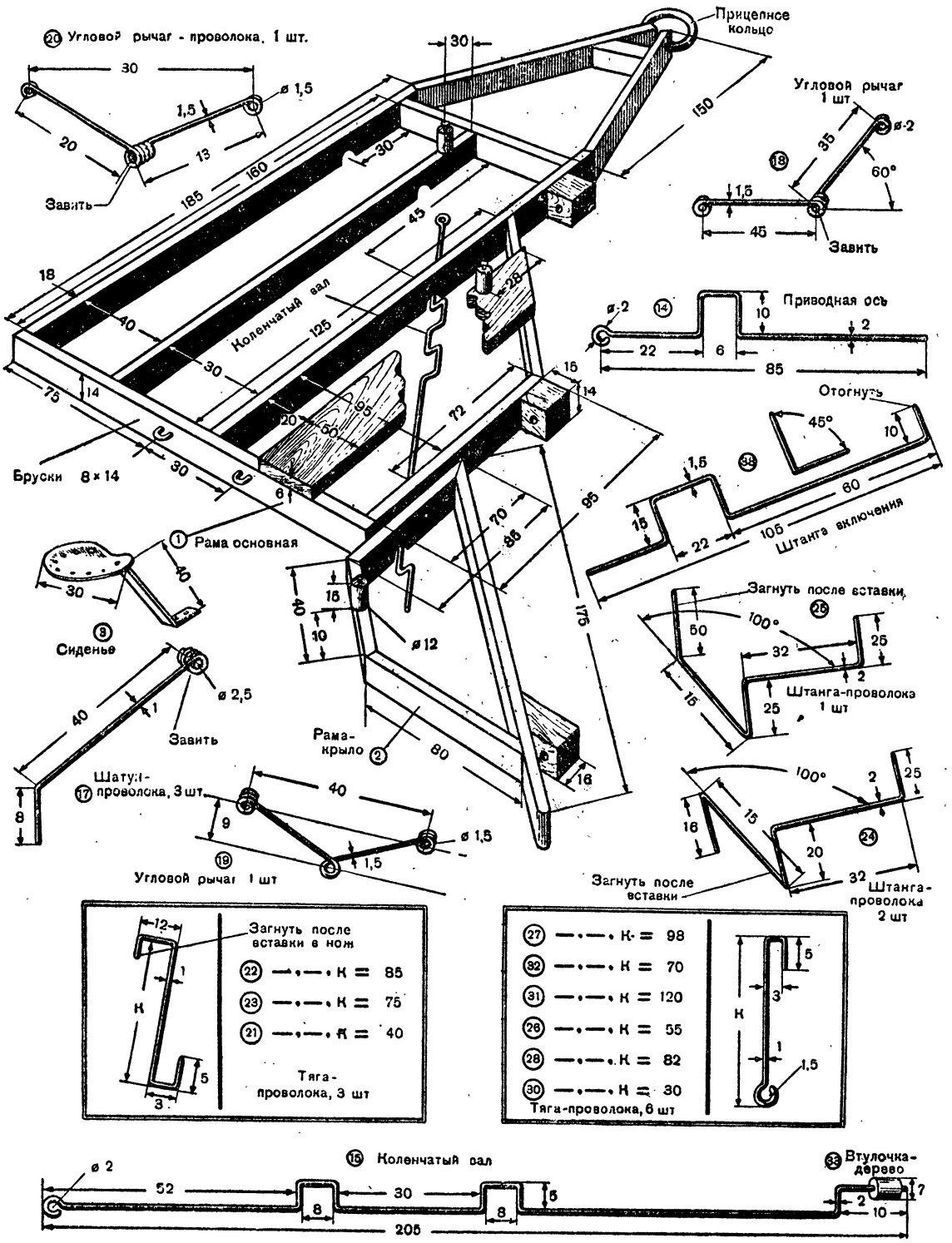


Рис. 38. Модель трехбрусной сенокосилки.

следует только при полном подъеме брусьев, то-есть при переездах.

При подъеме пальцевых брусьев во время работы перед препятствиями рычаг тоже не запирается. Он лишь немного отводится и, минуя препятствие, снова опускается, причем движение ножей не прекращается.

При транспортировке сенокосилки пальцевые брусья поднимают вертикально и закрепляют крюками *(37)*.

Модель имеет рабочий и холостой ход, то-есть во время передвижения машины ножи могут или работать, или находиться в покое.

Переключение производится перемещением ходового колеса вдоль своей оси *(14)*, на которой оно крепится свободно. В нерабочем положении колесо вращается без оси, в рабочем крутится вместе с нею.

Сцепление колеса с осью достигается таким способом. С правого бока у колеса вбиты четыре шпильки. У оси же имеется выгнутость. При включении машины на рабочий ход колесо передвигается вправо, шпильки задевают за выгнутость и ось начинает крутиться вместе с колесом. При отводе колеса влево (обратно) шпильки от выгнутости отъединяются и ось останавливается. Происходит выключение.

По оси колесо передвигается с помощью коленчатой проволочной штанги *(38)*. Штанга продета в два ушка, вбитых в раму, и может в них двигаться. Она охватывает колесо с обеих сторон и так его передвигает. В движение штанга приводится рычагом включения *(39)*, укрепленным на оси. Рычаг и штанга соединены шарнирно. У рычага имеется отверстие, в которое входит отогнутый конец штанги.

Модель можно переключать и на ходу.

Для установки модели в транспортное положение нужно переключить машину на холостой ход и снять задний шатун с коленчатого вала. Затем рычагами поднять пальцевые брусья, заведя запорные шпильки в пазы секторов, поставить пальцевые брусья вертикально и закрепить их крюками. Теперь, вынув стержень *(4)* из ушков и отсоединив крыло от основной рамы, ставят крыло за раму и в ушки снова вставляют стержень.

Для приведения модели в рабочее положение проделывается то же самое, только в обратном порядке. При передвижении машины на небольшое расстояние крыло не отсоединяют, а поднимают вертикально лишь пальцевые брусья.

МОДЕЛЬ ЖАТКИ-САМОСБРОСКИ

Жатка-самосброска широко применяется на наших колхозных полях для уборки зерновых культур. Жатка-самосброска срезает стебли, набирает их в порции для снопов и сбрасывает на землю. Остается только связать снопы. Она работает в конной упряжке и прицепе у трактора. К каждому трактору можно прицепить по нескольку машин.

Основными рабочими органами машины являются режущее (ножи) и грабельное устройства.

Устроена модель следующим образом (рис. 39, 40, 41). Из дерева сделана платформа *(1)*. Две стороны платформы скруглены по радиусу так, чтобы получилась четверть круга. Одна из прямых кромок платформы расположена впереди, поперек движению, а вторая у левого бока. Снизу к платформе для ее прочности подложена планка *(2)*.

С правой стороны платформы прикреплен делитель, состоящий из боковины *(3)* и клина *(4)*. Назначение делителя — отделять несжатую часть хлеба от той, что идет к ножам. Дуговая сторона платформы ограничена бортиком *(5)*, над которым проходит предохранительный прут *(6)*.

Платформа соединяется с корпусом *(7)*. Модель установлена на два колеса. Ходовое левое колесо *(8)* приводит в движение нож и граблины. Правое колесо *(9)* носит название полевого. Его назначение — только поддерживать платформу. Это колесо имеет стойку *(10)*, которая плотно вставляется в жестяную обойму *(11)* делителя.

Спереди платформы в левом углу прикреплено дышло *(12)*.

При движении самосброски ножи, расположенные вдоль передней кромки платформы, срезают хлеб, и он ложится на платформу. Режущее устройство состоит из двух частей: пальцевого бруса *(13)*, неподвижно прикрепленного к платформе, и ножа *(14)*. Движение ножа возвратно-поступательное.

У настоящей самосброски нож представляет собою полосу с приклепанными к ней треугольными лезвиями. А пальцевый брус — ряд пальцев, укрепленных вдоль передней кромки платформы. Каждый палец имеет щель с пластинкой — лезвием. В эти щели вдвигается нож и плотно прилегает своими лезвиями к лезвиям пальцев. При движении ножа стебли, попадая между ножом и пальцами, срезаются.

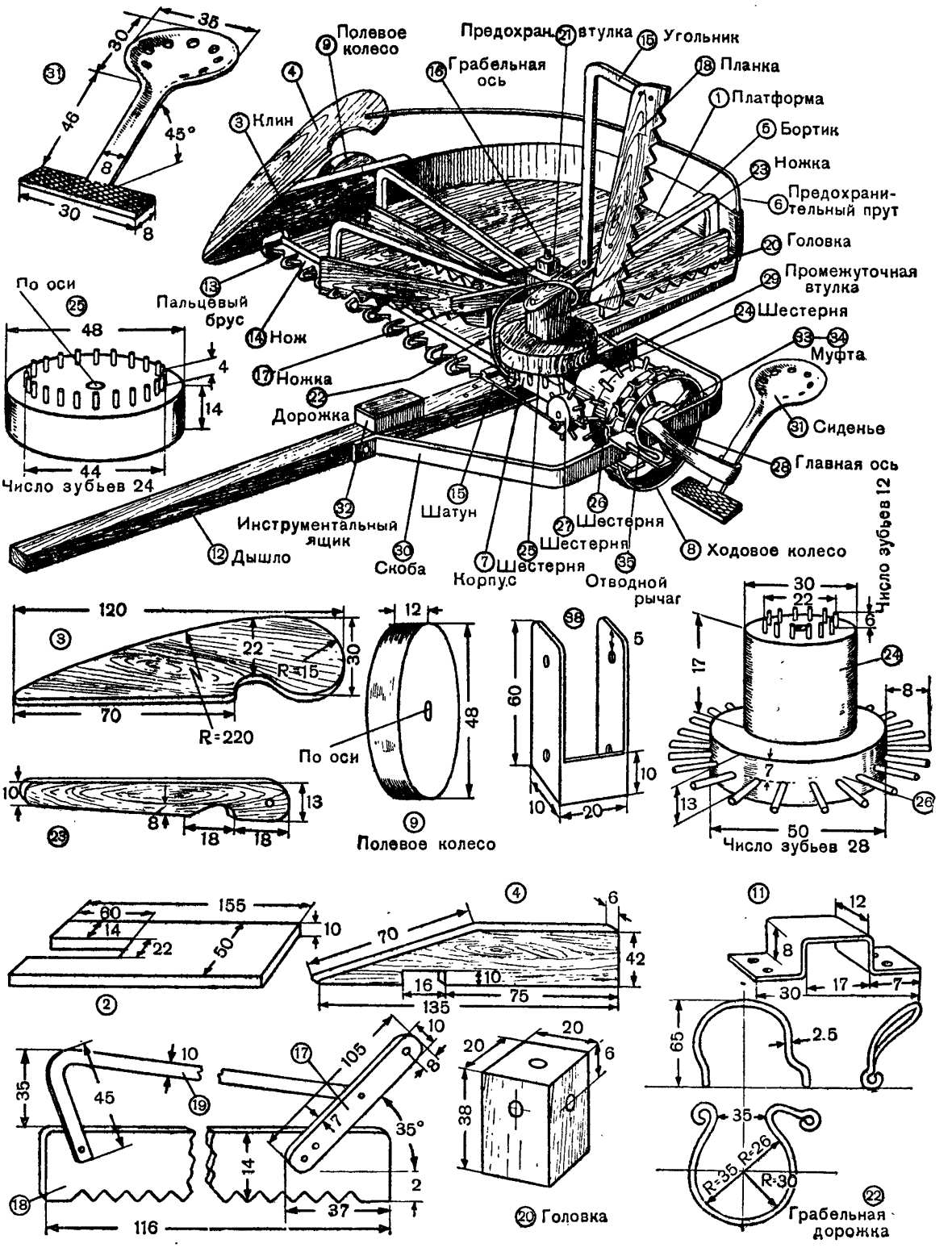


Рис. 39. Модель жатки-самосброски.

Режущее устройство модели дано упрощенно. Пальцевый брус представляет полоску жести с вырезанными и отогнутыми зубцами, то-есть пальцами. Брус по длине выгнут углом, крепится он к планке *(2)*.

Ножом служит жестяная полоска с нарезанными зубцами, как у пилы. Зубцов делается столько же, сколько пальцев. На конце ножа завита петля, куда вставлен шатун *(15)*. Нож сбоку вставляется в загибы пальцев и движется по ним. Один конец ножа вставляется в выемку делителя, а другой удерживается шатуном.

Подрезанные стебли у настоящей самосброски подхватываются и укладываются на платформу особыми граблинами, которые вращаются на вертикальной оси.

Подобные граблины имеются и в модели. Всего их четыре. Каждая граблина имеет ножку *(17)*, планку *(18)* и угольник *(19)*. Ножки граблин свободно прикреплены шурупами к головке *(20)*, надетой на ось *(16)* и вращающейся вместе с граблинами. Для предохранения головки от подъема сверху на ось туго надевается предохранительная втулочка *(21)*. Такое устройство граблин позволяет им качаться вверх и вниз (чтобы уложить и сбросить скошенные стебли). Минуя платформу, граблины поднимаются и идут выше, а подходя к ней, опять снижаются. Подъему и опусканию граблин способствует особая дорожка *(22)*, выгнутая из мягкой проволоки и концами укрепленная в корпусе. На своем пути дорожка имеет подъем и уклон, которые позволяют ножкам граблин, опираясь на нее, приходить в верхнее и нижнее положение. В начале платформы у дорожки имеется небольшой разрыв. Здесь граблины без опоры ползут прямо по платформе.

У самосброски не все граблины сбрасывают стебли на землю, иначе будет очень маленький сноп. Для регулирования сбрасывания жатка имеет механический счетчик, с помощью которого устанавливают, какая граблина (по счету) должна сбрасывать стебли.

Модель не имеет счетчика. Здесь три граблины несбрасывающие и одна четвертая — сбрасывающая. У этой граблины снизу ножки *(23)* сделан выем. Он вырезан как раз против дорожки.

Несбрасывающие граблины проходят по платформе меньший путь. Они опускаются, укладывают стебли и опять поднимаются. А сбрасывающая граблина проходит через всю платформу. Ее канавка попадает в дорожку, граблина поднимается позже и сбрасывает стебли. При сбрасывании граблина проходит путь по дуге; этим и вызвано скругление платформы.

Граблины и ножи движутся при помощи шестерен от ходового колеса. Шестернями являются простые деревянные колеса с набитыми проволочными шпильками — зубцами. Всего имеется четыре шестерни. Две из них *(24* и *25)* вращают граблины и две *(26* и *27)* приводят в движение нож.

Шестерня *25* соединена с колонкой граблин наглухо. Шестерни *24* и *26* являются ведущими. Они соединены вместе и сидят на главной оси *(28)* (гвозде) около ходового колеса.

У шестерен ножа зубцы набиты по окружности, а у шестерен граблин — сбоку. Чтобы зубцы шестерни *(24)* не задевали за корпус, на ось надевается промежуточная втулочка *(29)*. Шестерня ножей вращается на оси, вбитой в выступ корпуса.

Возвратно-поступательное движение ножам передается следующим образом. В шестеренку *(27)* эксцентрично вбит гвоздь-поводок, на который надет шатун *(15)*. Второй конец шатуна входит в петлю ножа и загибается.

По условию работы машины шестеренка ножей должна вращаться быстрее, чем ее ведущая шестерня. Это необходимо для того, чтобы нож ходил чаще и успевал срезать стебли.

В модели вращение шестерни ножей тоже увеличено за счет уменьшения зубцов. На ней дано 12, а на ее ведущей — 28 зубцов.

При другом положении граблины должны делать меньше оборотов, чем их ведущая шестерня. Поэтому шестерня граблин имеет 24 зубца, а ее ведущая — 12 зубцов.

Главная ось *(28)* поддерживается в двух опорах. Одним концом она крепится к жестяной скобе *(30)*, а вторым вставляется в корпус. Скоба огибает ходовое колесо и крепится одним концом к дышлу, а другим к корпусу с направляющей дорожкой. На скобе около ходового колеса укреплено сиденье *(31)*. На дышле установлен инструментальный ящик *(32)*.

Модель можно переключить на рабочий и холостой (нерабочий) ход. В нерабочем положении ходовое колесо вращается без шестерен и машина не работает. При рабочем положении колесо соединяется с шестернями и приводит модель в действие. Соединение и разъединение производится муфтой включения, надетой на ступицу ходового колеса.

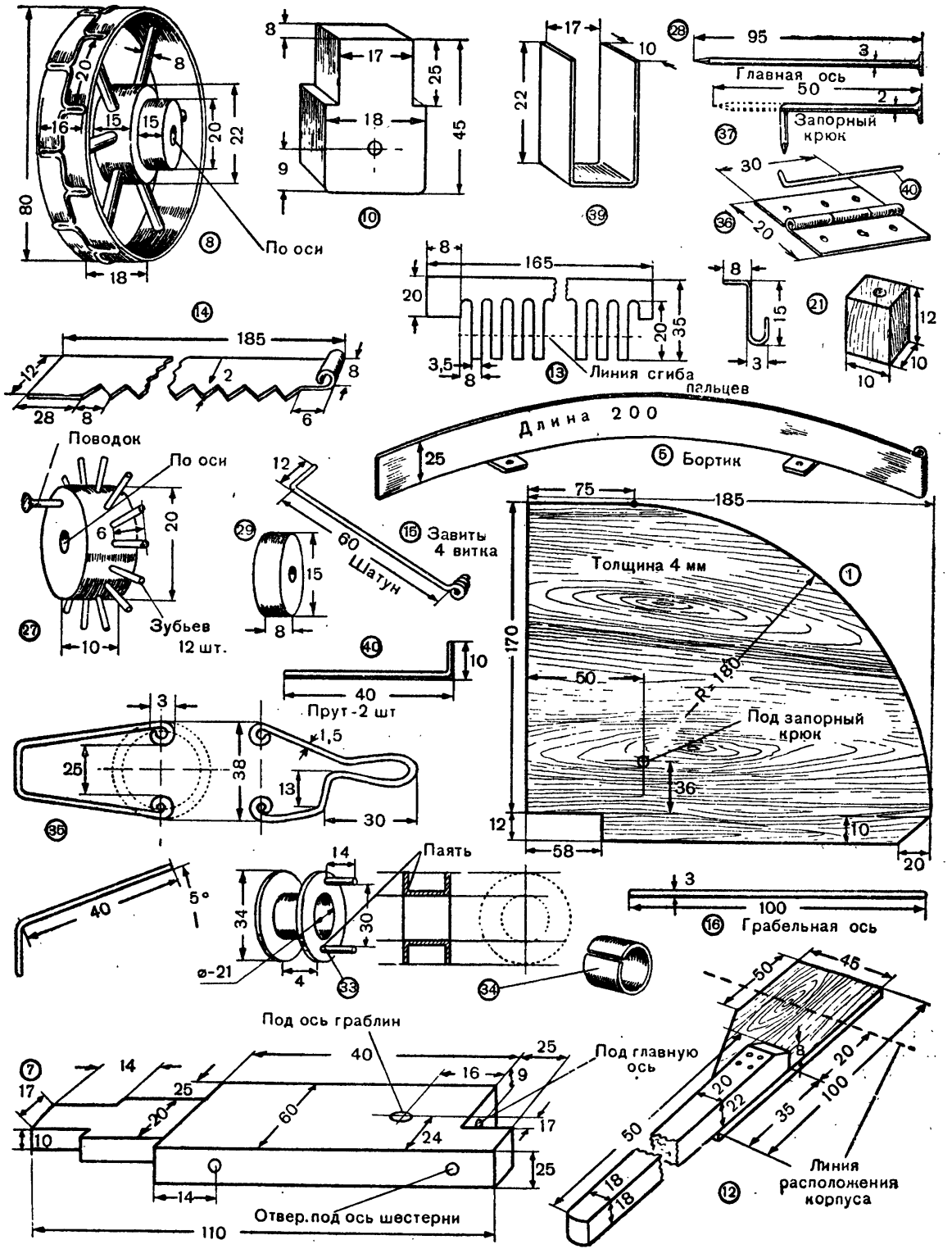


Рис. 40. Детали жатки-самосброски.

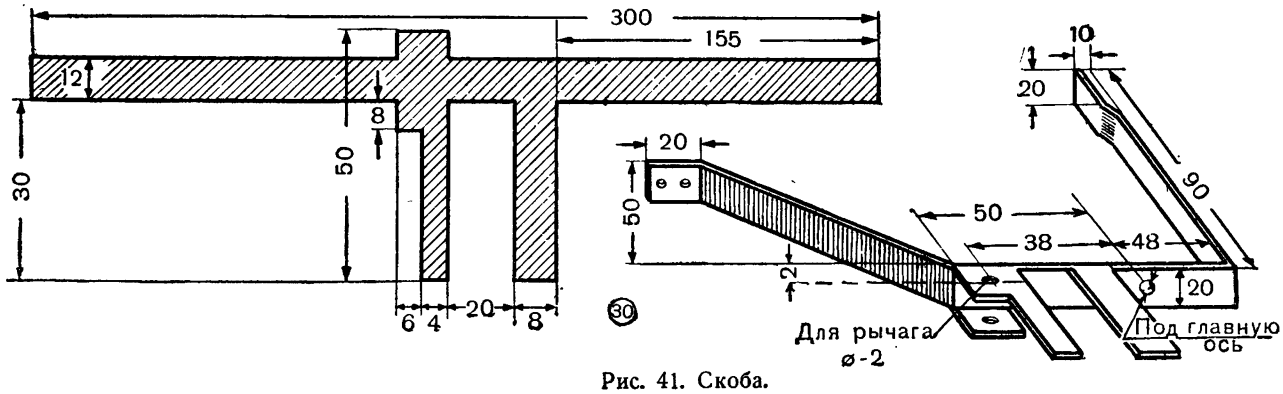


Рис. 41. Скоба.

Муфта состоит из двух жестяных колец *(33)* и втулки *(34)*, или вращается вместе с колесом, или движется продольно по его ступице. У муфты имеются два стерженька (гвозди), которые проходят сквозь спицы. У шестерни *(26)* против стерженьков вбиты жестяные выступы. При подаче муфты вглубь стерженьки задевают за выступы и шестерни начинают вращаться вместе с ходовым колесом.

Так происходит включение модели на рабочий ход.

При выключении муфта отводится обратно, стерженьки отцепляются и движение шестерен приостанавливается.

Отвод муфты производится отводным рычагом *(35)*, который установлен на оси (на отростке скобы). От случайного отвода рычаг запирается, заводясь за выступы. Включать и выключать модель можно и на ходу.

Модель, как и настоящую машину, можно устанавливать в транспортное положение. При транспортном (перевозном) положении платформа устанавливается вертикально. Для этой цели платформу и корпус соединяют разъемным шарниром *(36)*.

В обоих положениях: и в горизонтальном и в вертикальном, платформа прочно закрепляется.

В рабочем положении платформа закрепляется таким образом. У корпуса *(7)* имеется шип, а у планки *(2)* вынут паз. Шип укладывается в паз и в таком положении закрепляется поворотом гвоздя-крюка *(37)*, вставленного в платформу. В транспортном положении поднятая платформа поддерживается откидной жестяной рамкой *(38)*. Рамка вставлена в паз планки *(2)* и поворачивается на оси-гвозде.

Рамка выводится и упирается в стойку полевого колеса, которое из обоймы делителя переставляют в обойму транспортную *(39)*. Сквозь стойку колеса и рамку *(38)* пропускается запорный пруток *(40)*. В рабочем положении платформы рамка вместе с шипом корпуса прячется в паз планки.

Для приведения модели в транспортное положение нужно проделать по порядку следующее: переключить машину на холостой ход, поднять все граблины вертикально и связать их ниткой или тонкой проволокой, отвести под платформой с шипа запорный крюк и вынуть полевое колесо из обоймы делителя, поднять платформу и установить в обойму полевое колесо (его стойку). Затем вывести из паза рамку, упереться ею о стойку и пропустить сквозь них пруток *(40)*.

Для того чтобы перевести машину из транспортного положения в рабочее, следует проделать то же самое, только в обратном порядке.

Модель лучше всего изготовлять по узлам, а потом их соединять вместе. Всего в модели будет три узла: платформа с дышлом, привод и граблины с дорожкой.

Работу начинать удобнее всего с узла платформы, а потом уже к ней прилаживать другие части.

Платформа выпиливается из фанеры толщиною 3—4 *мм*. Снизу к платформе прибивается планка размером 10 × 50 × 155 *мм*. В ней предварительно выбирается паз для шипа корпуса. Отделяющий клин можно вырезать из фанеры или плотного картона и приклеить или прибить к скосу боковины, и все это вместе крепится к платформе (к торцу планки).

Бортик-полоска делается из жести шириною 25 *мм* и длиною 200 *мм*. Он крепится одним концом к боковине и двумя отогнутыми лапками к платформе.

Предохранительный прут представляет собой проволоку толщиной 2 *мм* и длиной 300 *мм*. Одним концом прут укрепляется в делителе, а другим удерживается петлей, завитой в борте.

К боковине прибивается жестяная скоба, в которую вставляется ножка с прибитым к ней полевым колесом.

В паз планки *(2)* устанавливается опорная рамка, а рядом с ней запорный крюк — вбитый и загнутый гвоздь.

Зубцы пальцевого бруса лучше всего делать таким образом. Вначале на полоске алюминия размечают, а затем высверливают ряд отверстий диаметром 4,5 *мм*. После этого от края полоски до отверстий делают надрезы ножницами или лобзиком и загибают зубцы. Чтобы пальцы получились одинаковыми, их нужно загибать на пластинке или оправке толщиною 3 *мм*.

Из алюминия толщиною 0,5 *мм* вырезается нож, и один конец его завивается петлей для шатуна. Нож вставляют в пальцевый брус и проверяют, легко ли он там ходит.

Корпус делается из дерева (липы или березы). При сверлении отверстий под оси нужно следить, чтобы они были перпендикулярными.

Грабельная ось забивается в корпус наглухо. Ось ходового колеса подгоняется плотно (ее при разборке и сборке часто приходится тревожить).

К корпусу при помощи фанерного угольника прикрепляется деревянный брусочек — дышло.

К платформе и корпусу прибиваются петли шарнира *(36)*, которые соединяются стержнем *(40)*.

Ходовое колесо делается так, как и у трактора.

Шипы сгибаются из жестяной полоски шириною 3 *мм* и крепятся к ободу или тугой посадкой, или пайкой; на оси колеса должны вращаться легко, но без большой качки.

Все четыре шестерни имеют шпилечные зубцы. Шестерни изготовляются по тому способу, о котором рассказано в разделе о шестернях. Из липы или березы выстругивается грабельная колонка и к ней снизу прибивается шестерня *(25)*. Ведущие шестерни *(24* и *26)* скрепляются между собой гвоздями.

К выступу корпуса спереди надевается на ось (гвоздик) шестерня *(27)*. Под шляпку гвоздя подкладывается шайба.

Все шестерни надеваются на оси, и затем регулируется их зацепление. Перед посадкой шестерен на главную ось вначале надевается промежуточная втулка *(29)*. Шестерни на осях должны вращаться легко, без торможения. Зацепление зубцов должно быть плавным. Работу лучше проверять и регулировать попарно (по две сцепляемых шестерни).

Из мягкой проволоки толщиною 1 *мм* делается шатун. Один конец его завивается петлей, а второй сгибается под прямым углом. Петлей шатун крепится эксцентрично гвоздиком к шестерне *(27)*.

Нож вдвигается в пальцевый брус и сцепляется с шатуном. На главную ось надевается ходовое колесо и прикрепляется скоба *(30)*.

Модель передвигают за дышло, и весь механизм опробывается в сборе.

Ножки граблин выстругиваются из дерева. Угольники вырезаются из плотного картона, а планки или из картона, или из дощечки не толще 2 *мм*. С одной стороны планки делаются зубцы. Части граблин между собой скрепляются гвоздиками или на клею.

Через отверстия в ножках граблины прикрепляются к головке. На шурупах они должны ходить легко, опускаться от собственного веса. Из проволоки толщиной 2—2,5 *мм* выгибается дорожка граблин. Дорожка является ответственной деталью модели, поэтому ее нужно делать тщательно. Формы ее изгибов показаны на рисунке в трех проекциях. Над платформой сзади оси дуга дорожки подходит близко к головке. При движении граблин она отходит от нее. На концах дорожки загибаются петли. Ими с помощью шурупов с шайбами дорожка привертывается к корпусу с передней и задней стороны. Для лучшей устойчивости дорожки один конец ее вкладывается в канавку, выгнутую в корпусе.

При окончательной регулировке граблин и всего механизма необходимо добиться легкости скольжения ножек граблин по дорожке, особенно сбрасывающей граблины при подъеме. Ее выемка должна без каких-либо заеданий скользить по дорожке.

Муфта включения делается из жести. Вырезаются два одинаковых кольца и втулочка. Кольца сажаются с промежутками на втулку и запаиваются. Получается нечто похожее на бобину или катушку. Сбоку к муфте шляпками припаиваются два гвоздика (стерженьки). Отводной рычаг выгибается из мягкой проволоки толщиною 1,5 *мм*. Его завитые концы входят в паз муфты, которыми он и двигает ее по ступице колеса. Один из

концов завивается после вставки рычага в отверстие скобы.

Рукоятка рычага и запорный выступ скобы должны быть хорошо отлажены. Они отгибаются так, чтобы рычаг, заводясь за выступы, запирался при включении и выключении муфты. По ступице муфта и механизм включения должны двигаться легко.

Сиденье лучше сделать из алюминия и выбить его в виде чашечки.

Инструментальный ящик можно сделать и из дерева и из жести. Крышка к ящику прикрепляется на шарнирах.

Около ящика на дышле прибивается для вида жестяная полоска — регулятор наклона платформы.

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ТОКАРНЫЙ СТАНОК

Часто при изготовлении модели приходится сверлить отверстия и точить различные детали. Все эти работы очень трудоемки, и их стремятся механизировать. Для этого применяются различные механические станки.

Здесь описывается универсальный токарный станок, который был сконструирован и отлично действует в Яснополянской средней школе имени Л. Н. Толстого Тульской области. Станок построен с помощью руководителя технического кружка В. Р. Гласко. Станок называется универсальным потому, что позволяет производить, кроме токарных работ, ряд других операций: сверление, точку инструмента, распиловку, строгание, шлифовку и фрезеровку.

Можно подумать, что такой станок-комбайн очень сложен и его трудно сделать. Конечно, в нем много деталей, требующих качественного изготовления, но в целом конструкция станка несложна и вполне доступна для изготовления в технических кружках.

Общий вид станка показан на рисунке 42. Одной из главных частей его является мотор мощностью не менее 0,5 *квт*. Мотор приводит в движение деталь и обрабатывающие инструменты. По виду станок очень похож на настольный токарный станок, но слева у него еще смонтирован сверлильный столик. Это позволяет две операции (например, сверление и токарную работу) выполнять на станке одновременно.

Если необходимо произвести на станке какую-либо другую операцию, то в патрон станка зажимается соответствующий режущий инструмент — циркульная пила, наждачный круг, фреза и т. д.

На рисунках 42, 43, 44, 45 каждый узел станка обозначен определенной буквой (*А, Б, В* и т. д.), а детали этого узла порядковыми номерами (*А-1, Б-8* и т. д.). Это дает возможность ясно видеть, что представляет собой та или иная часть станка, к какому узлу она относится и где располагается на станке. Размеры всех деталей указаны также на рисунках. Размер некоторых деталей зависит от высоты мотора.

Деревянные детали станка. Большинство деталей станка деревянные (рис. 42). К ним относится и станина станка. Станина является основой станка, и поэтому ее надо делать очень прочной. Отдельные части ее, например все направляющие рейки, должны иметь хорошо отшлифованную поверхность. Части станины собираются на клею и гвоздях.

Упор для центра (*А-1*) (задняя бабка) — также деревянный. Он передвигается вдоль направляющих реек и закрепляется с помощью клина (*А-5*). Центр (*А-4*) и оправка для него делаются металлическими.

Затем изготовляется упор для резца (*А-6*). Он устанавливается при токарных работах между патроном и неподвижным упором центра (*А-4*). Упор резца, как и упор центра, закрепляется с помощью клина.

На собранной станине станка прочно устанавливается мотор и рубильник для него. У рубильника (с кожухом) ставятся предохранители. Далее производится испытание станка на вибрацию при работе мотора. Надо добиваться, чтобы станок работал спокойно, без какой-либо тряски.

Сверлильный узел (рис. 43) имеет также много деревянных частей. Из дерева делается основная рама (*Ж-1*), столик (*Ж-3*), подающая ручка (*Ж-7*) и другие детали (узел — *Ж*).

Особое внимание здесь необходимо уделить изготовлению деталей (*Ж-8* и *Ж-9*). Первая из них служит для установки оси сверлильного патрона и поэтому должна быть очень прочной. Ось патрона вращается в двух шариковых подшипниках (*Ж-12*), которые должны быть точно врезаны в деталь (*Ж-8*). Сверху на оси устанавливается деревянный шкив (*Ж-10*).

Деталь (*Ж-9*) служит для включения и выключения сверлильного узла. Если свер-

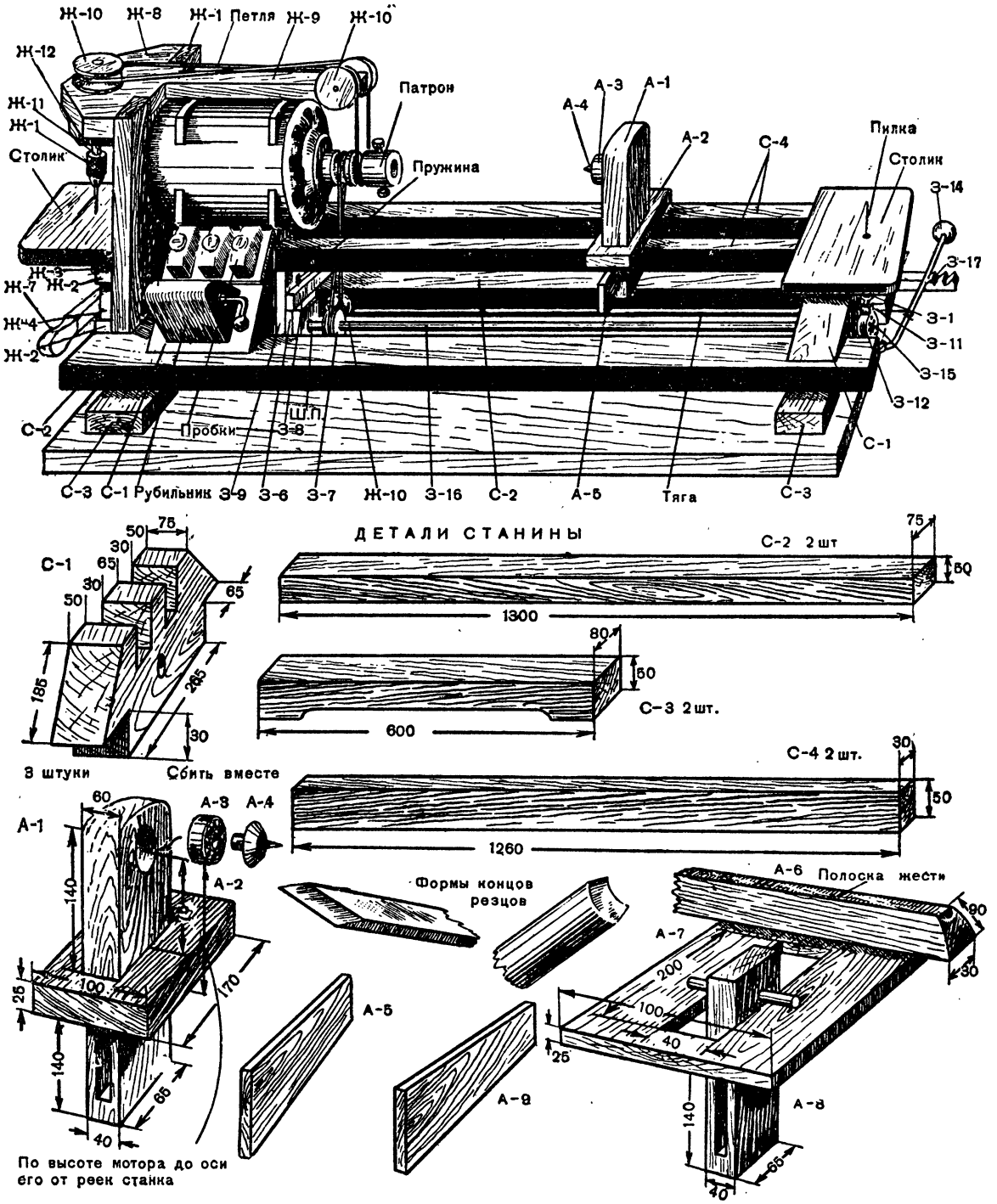


Рис. 42. Универсальный токарный станок.

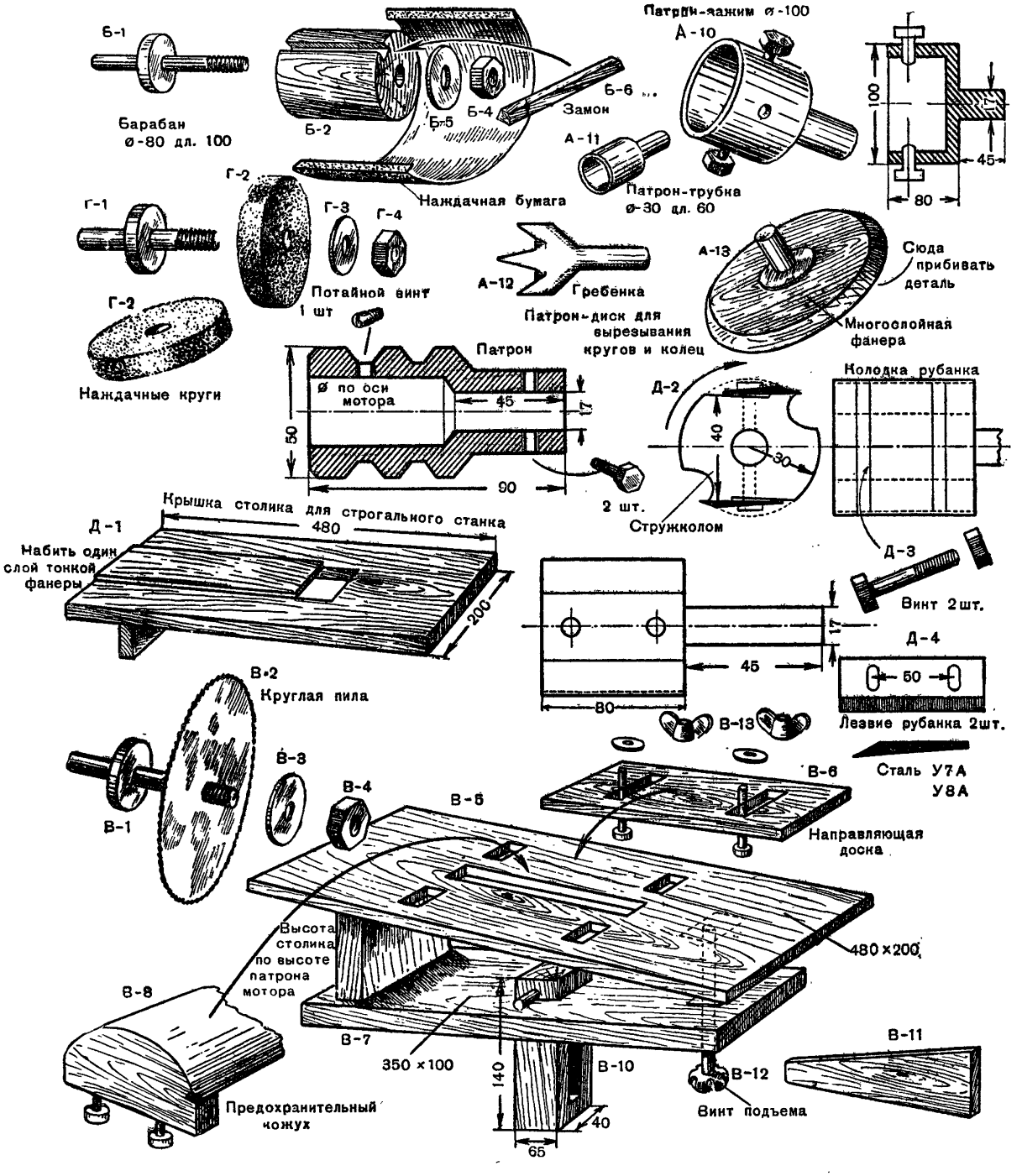


Рис. 43. Детали станка.

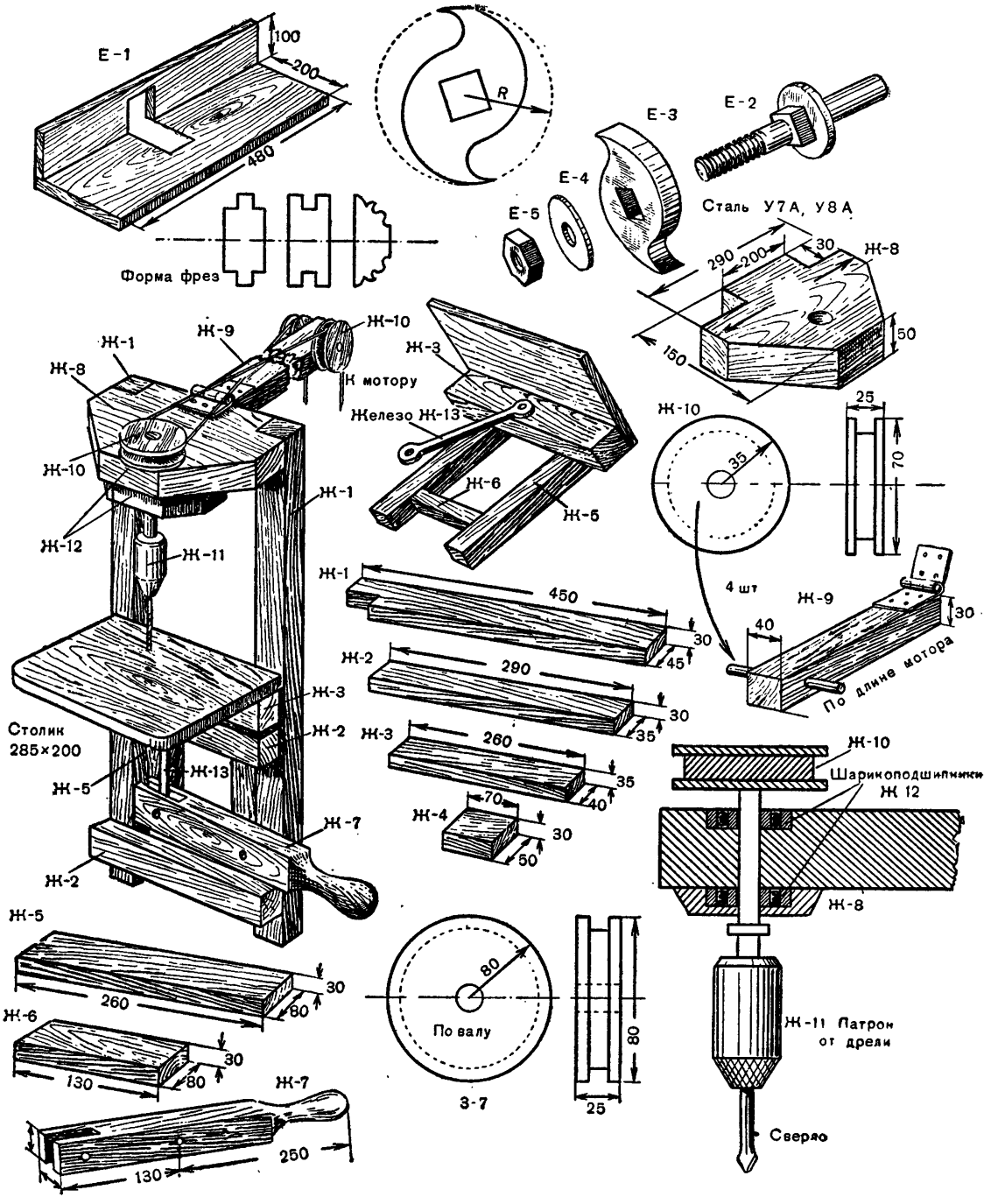


Рис. 44. Детали станка.

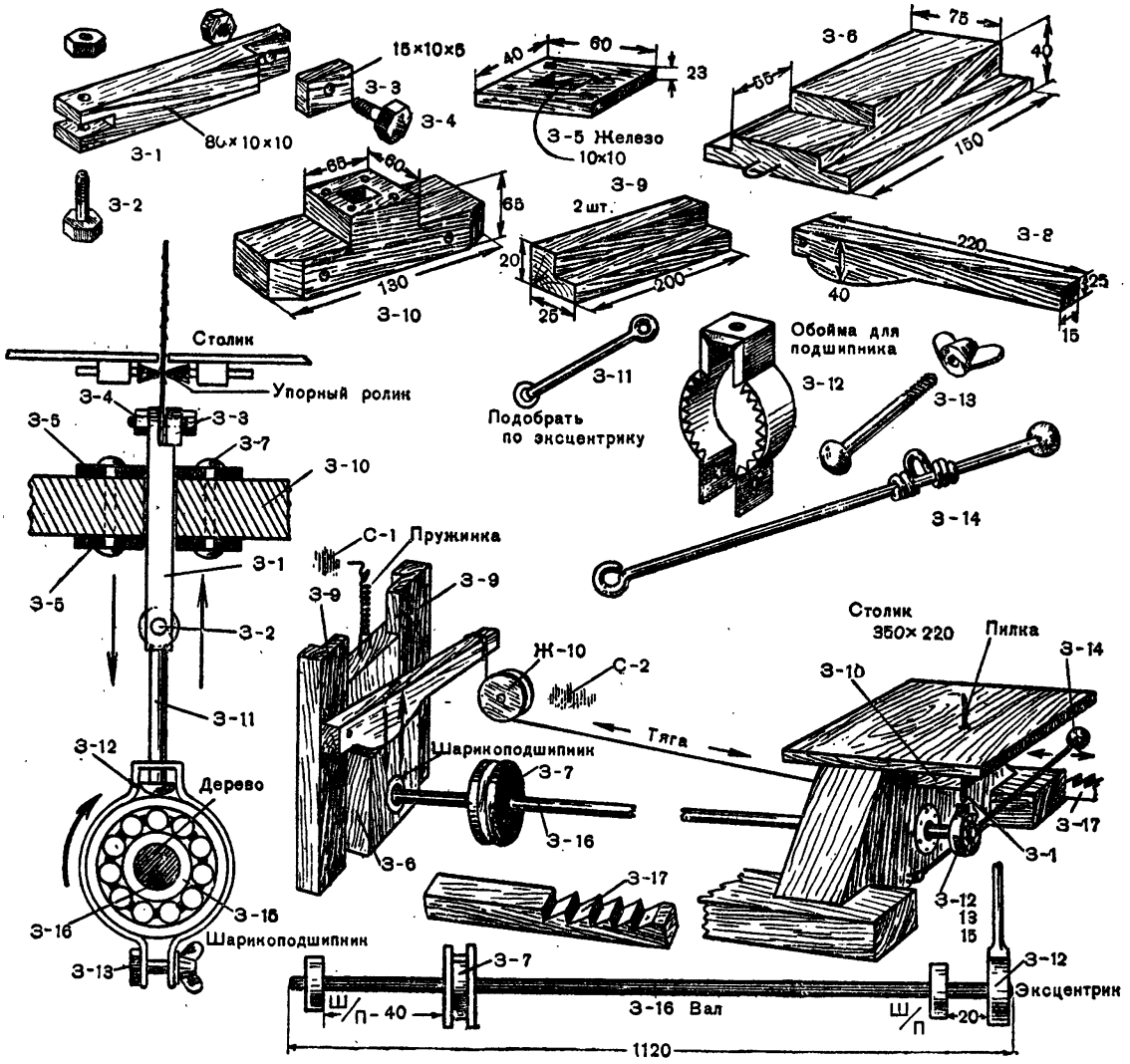


Рис. 45. Детали станка.

лильные работы на станке не предусматриваются, то сначала снимается ремень, передающий на сверлильный узел вращение, а затем деталь *(Ж-9)* легко откидывается вверх, так как крепится на шарнире. Шарнир должен быть очень прочным. На детали *(Ж-10)* устанавливаются два шкива.

Деревянными частями станка являются также рабочий столик *(Ж-5)*. Он является общим для распиловочных, строгальных и фрезерных работ. На рабочий столик устанавливаются рабочие крышки, которые для всех перечисленных работ должны быть разные: *В-5, В-6* — для распиловочных, *Д-1* — для строгальных и *Е-1* — для фрезерных.

Металлические детали станка. Одной из самых трудоемких и точных деталей является патрон. Если готовый патрон подобрать трудно, его придется выточить. Патрон должен плотно насаживаться на ось мотора, где он закрепляется при помощи шпонки или винтов. Совершенно недопустим здесь люфт или эксцентриситет. На поверхности патрона делаются две трансцедентальные канавки для ремней, идущих к сверлильному узлу. В отверстие патрона вставляются хвостовые части инструментальных державок, которые закрепляются двумя винтами.

Инструментальные державки показаны на рисунках 43 и 44 *(А-10, А-11, А-12, А-13, Б-1. Г-1, Д-2, Е-2)*. Все они металлические. Длина хвостовой части у всех державок равна 45 *мм*, а диаметр — 17 *мм*. Некоторые державки имеют нарезную часть, длина кото-

рой зависит от толщины инструмента. Так, для циркульной пилы она равна 25 *мм*, для шлифовального барабана — 100 *мм* и т. д.

Из металла (стали) делаются оправка и задний центрик *(А-4* и *А-3)*.

В сверлильном узле основной частью является также патрон, который можно взять от старой дрели или коловорота. Патрон укрепляется на оси, а та, в свою очередь, в двух шариковых подшипниках.

К металлическим деталям относятся и все режущие инструменты: циркульная пила *(Ж-2)*, фреза *(Е-3)*, колодка рубанка с железкой *(Д-2)* и т. д.

Работа станка. На станке производятся самые разнообразные работы. Если требуется выточить длинную деталь, то заготовка одним концом закрепляется с помощью гребенки *(А-12)*, которая вставляется в патрон станка. Другой конец заготовки поддерживается центром *(А-4)*. Упор для резца ставится против обрабатываемой детали. Сам резец при работе не должен спускаться ниже центра детали. При точке небольших деталей (например, шахматных фигур) заготовка туго вставляется в патрон-трубку, которая затем устанавливается в патроне станка. В этом случае работают без заднего центра. Заготовку можно закрепить и в патроне-зажиме. Патрон-диск дает возможность вырезать из фанеры или тонкого металла круги и кольца. Кусок фанеры при этом прибивается по краям к диску. Затем резцом, приставленным торцовой частью, прорезается канавка. Когда резец пройдет всю толщину материала, диск выскочит сам. Таким же образом можно производить выдавливание различных сферических поверхностей.

При сверлильных работах деталь *(Ж-9)* опускается на мотор, затем устанавливается ремень и мотор станка включается. Деталь кладется на столик, на подкладку и после нажатия на ручку *(Ж-7)* вместе со столиком подается под сверло.

Шлифовальная обработка деталей производится на шлифовальном барабане. На барабан натягивается полоска шлифовальной бумаги или суконка, концы ее заправляются в паз и зажимаются клинышком — замком. Барабан устанавливается в патроне станка, а деталь прижимается к барабану и по мере шлифовки продвигается вдоль его.

Работа на точильном круге производится так же, как и шлифование. Распиловка досок на брусочки и рейки производится циркульной пилой. Державка пилы вставляется в патрон, на направляющие рейки станка ставится столик. Он устанавливается таким образом, чтобы пила выходила верхней частью в прорез крышки. Затем включается мотор и заготовку начинают равномерно подавать под зубцы пилы. Следует заметить, что все работы по распиловке, строганию и фрезерованию должен выполнять сам руководитель кружка, а режущий инструмент закрывать предохранительным кожухом.

С помощью подъемного винта *(В-12)* можно регулировать выход пилы и, следовательно, глубину распиловки.

Таким же образом производится работа на станке при строгании и фрезеровании. В этих случаях на рабочий столик устанавливаются уже другие крышки *(Д-1* или *Е-1)*, а в патроне — соответствующий режущий инструмент. Глубина обработки (нужная стружка) регулируется подъемным винтом *(В-12)*. Заготовка плотно прижимается к крышке стола и плавно подается вперед.

Усовершенствование станка. Описанный токарный станок может выполнять еще и выпиловочные работы. Для этого с правой стороны станка устанавливается механический лобзик, движение на который передается также от мотора. За таким станком могут одновременно работать три человека.

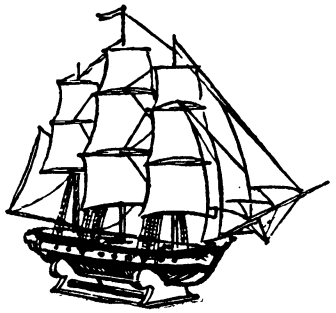
Механический лобзик *(узел 3)* (рис. 45) имеет собственное включение через рычаг *(3-14)* и детали *(3-8)* (толкатель) и *(3-6)* (ползунок), в котором закреплен на шарикоподшипнике конец вала *(3-16)*. Шарикоподшипник, заключенный в обойме, позволяет бесшумно и легко работать механическому лобзику. Пружина лобзика оттягивает ползунок вверх и приподнимает этим конец вала. В таком положении через шкивок *(3-7)* и патрон мотора (на нем делается вторая канавка) перебрасывают перекрещивающийся ремень, укрепляя его несколько свободно, чтобы происходила некоторая пробуксовка.

Когда при включенном моторе рычаг *(3-14)* ставится на один из зубцов планки *(3-17)*, то ползунок *(3-6)* оттягивается вниз и натягивает ремень. В результате этого начинает вращаться вал *(3-16)* и лобзик приводится в движение.

Благодаря эксцентрику движение его возвратно-поступательное.

Чтобы пилочка лобзика при работе не отклонялась назад, с нижней стороны столика ставится маленький шкивок (от конструктора). Пилка упирается в него своим обушком и ходит взад и вперед вертикально.

СУДОМОДЕЛЬНЫЙ КРУЖОК



Наша Родина — великая морская держава. Три четверти ее границ омывается морями и океанами. Советское правительство уделяет большое внимание развитию морского флота в нашей стране.

На советских судоверфях строятся гигантские морские пассажирские суда, рефрижераторы и ледоколы, специальные суда большой грузоподъемности, предназначенные для перевозки угля, руды, леса, нефти. Границы нашей Родины надежно охраняют первоклассные военные корабли.

В годы Великой Отечественной войны Военно-Морской Флот был верным и надежным соратником Советской Армии. Прославленные советские моряки, защищая честь, свободу и независимость своей Отчизны, потопили сотни вражеских кораблей.

Советский Военно-Морской Флот является гордостью нашего народа. Служить в его рядах, быть военным моряком — заветная мечта многих юных патриотов нашей Родины. Вот почему так велико стремление к морским знаниям, к овладению судостроительными специальностями, к изучению славной истории отечественного Военно-Морского Флота.

Одной из форм по распространению морских знаний является морской моделизм. Десятки тысяч юношей и девушек с большим увлечением знакомятся с любимым делом, занимаясь в кружках юных судомоделистов.

В кружке юные техники изучают различные конструкции судов, учатся читать чертежи, разбираться в устройстве различных классов морских и речных судов, усваивают основы морской корабельной терминологии, получают необходимые конструкторские и трудовые навыки и умения.

Основной формой работы по морскому моделизму является кружок.

Кружок юных судомоделистов может работать в пионерской комнате школы, в мастерской, в классе, но лучше всего для работы кружка иметь отдельную рабочую комнату или лабораторию.

Рабочая комната должна быть оборудована небольшими рабочими столами, одним-двумя столярными верстаками и слесарным верстаком для механических и монтажных работ. Желательно иметь настольные токарные станки по дереву и металлу. В комнате должны быть наглядные пособия, модели различных кораблей и отдельные устройства по корабельной технике.

Особое внимание следует уделить изготовлению приборов, которые можно демонстрировать на занятиях кружка, например по плаванию тел и теории корабля.

Готовые модели и наглядные пособия помещают на специальных стендах под стеклянными колпаками. На стенах комнаты необходимо развесить плакаты по морскому делу, портреты русских кораблестроителей и флотоводцев.

Для материалов, инструментов и неоконченных моделей желательно иметь соответствующие шкафы и стеллажи.

При постройке моделей кружковцы часто применяют легко воспламеняющиеся краски и лаки, поэтому хранить их нужно в специально оборудованных местах, а помещение хорошо вентилировать.

Приступать к работе в кружке начинающих судомоделистов можно при наличии даже самых простых инструментов и материалов. Так, всегда найдутся в кружке ножи, ножницы, напильники и чертежные инструменты, а такие материалы, как бумага, картон, фанера, дерево, в больших количествах могут быть принесены самими кружковцами.

В дальнейшем для работы в судостроительном кружке необходимы скальпели, рубанки, фуганки, пилы, ножовки, стамески, лобзики. Для механических работ потребуются плоскогубцы, кусачки, дрели с набором сверл, весьма желателен комплект электрифицированных инструментов.

Основными материалами для работы кружка являются фанера (2—3 *мм*), сосновые и липовые доски, клей (столярный, казеиновый, эмалит), нитролаки и краски, белая жесть, бумага, картон и медная проволока различного сечения.

При постройке простейших моделей юные техники могут использовать специальные судомодельные посылки.

Практическая работа судомодельного кружка включает постройку различных плавающих моделей и наглядных пособий. Однако работа не должна сводиться лишь к подготовке моделей к очередным соревнованиям. Необходимо с первых же занятий кружка правильно организовать весь комплекс работы юных судомоделистов.

Для работы кружков морских моделистов Министерство просвещения РСФСР разработало три программы кружков внешкольных детских учреждений: для кружков юных судомоделистов первого года занятий, для кружков юных судомоделистов второго года занятий и для кружков юных судомоделистов третьего года занятий.

К программе судомоделистов первого года занятий приложены чертежи и описания постройки простейших обязательных моделей: яхты, швертбота, бронекатера, подводной лодки.

В программах для кружков юных судомоделистов второго и третьего года занятий предусмотрены темы, рассчитанные на подготовленного моделиста. В этих программах даются более совершенные способы постройки моделей, с применением в моделях электромотора, паровой машины, турбины или двигателей внутреннего сгорания, а также конструкций всевозможных механических и телемеханических приспособлений для управления моделями на воде. В программе для юных моделистов третьего года занятий, кроме того, предусмотрено строительство спортивных судов: байдарки, мотолодки и туристской яхты.

Занятия судомодельных кружков рекомендуется начинать с организации и проведения слета морских моделистов, посвященного Советскому Военно-Морскому Флоту. К организации этого слета необходимо привлечь пионерские дружины, комсомольские и другие общественные организации.

На слет следует пригласить морских специалистов, знатных моряков, любителей-моделистов. Участникам слета надо показать лучшие модели судов и наглядные учебные пособия.

Начинающие судомоделисты свою работу в кружке начинают с I раздела программы — «Простейшие модели судов». Этот раздел содержит четыре темы, основное назначение которых — познакомить юных техников с элементарными основами морского дела.

В процессе работы над изготовлением силуэтных моделей кораблей руководитель сообщает кружковцам начальные сведения по классификации кораблей и сведения о правилах плавания и расхождениях судов.

Проводя занятия по последующим темам программы, руководитель знакомит юных судомоделистов с устройством корпуса судна, названием и назначением его основных частей и деталей, приводя примеры различных конструкций парусных судов и судов с механическими двигателями. Попутно в доступной для слушателей форме руководитель рассказывает кружковцам элементарные сведения по теории корабля.

В процессе практической работы по постройке моделей, предусмотренных программой, кружковцы должны приобретать необходимые навыки по обработке материалов. Так, работу с фанерой можно освоить в теме 2 (раздел I); долбление — в темах 3 и 4 (раздел I), пайку — в теме 2 (раздел III) и т. д.

При прохождении 3-й и 4-й темы (раздел I) рекомендуется использовать выпускаемые в ДОСААФе посылки полуфабрикатов: «Модель швертбота», «Модель парусной яхты», «Модель бронекатера» и «Модель подводной лодки». Эти посылки содержат набор заготовок необходимых деталей, чертежи и описание постройки модели.

Теоретические сведения руководитель должен давать в коротких вводных беседах.

Разделы «Сведения о воде и ветре» и «Физика плавания тел» являются теоретическими и в основном должны проводиться в виде бесед, которые следует иллюстрировать показом всевозможных наглядных пособий и хотя бы простейших опытов (определение силы ветра, измерение пловучести, определение остойчивости, непотопляемости и т. д.).

Постройка самоходной или парусной мо-

дели является проверкой всей работы моделиста. Соревнования самоходных моделей вызывают у школьников спортивный интерес, заставляют их стремиться к более высоким достижениям в моделестроении. Соревнования дают возможность выявить лучшие конструкции моделей и применяемых на них двигателей, движителей и всевозможных механических и телемеханических устройств.

Программы кружков заканчиваются разделом «Беседы о мореплавании и судостроении». Особое внимание на этих занятиях должно быть уделено рассказам об открытиях русских и советских ученых, о работе кораблестроителей, о значении великих географических открытий и достижениях советского кораблестроения.

В этих беседах желательно привести эпизоды из боевой и походной жизни отечественного флота, из жизни и деятельности русских флотоводцев.

По окончании прохождения программы в кружке организуется выставка работ юных техников и проводятся внутрикружковые соревнования. Члены кружка должны принять также участие в межкружковых соревнованиях и с лучшими моделями выступить на районных или городских соревнованиях судомоделистов (о соревнованиях смотрите в разделе «Массовая работа»). Выполненные в кружке наглядные пособия передают в кабинет физики.

Для расширения кругозора моделистов и закрепления теоретических знаний руководитель организует экскурсии на судоверфь или на корабль.

В летнее время кружки морских моделистов должны заниматься оздоровительной спортивной работой по водным видам спорта. Для этого необходимо, чтобы руководитель кружка морских моделистов связался с водными станциями ДОСААФа или добровольными спортивными обществами и с их помощью организовал обучение своей группы плаванию, гребле и парусу на шлюпках, а если есть возможность, то и хождению на мотолодках или скутерах.

ЭЛЕМЕНТЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МОДЕЛЕЙ СУДОВ

Велико и почетно творчество юных кораблестроителей, которые, изучая современные конструкции настоящих кораблей, самостоятельно проектируют их модели. При этом они нередко вкладывают свою новую, весьма удачную конструкторскую мысль.

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ ПО ТЕОРИИ КОРАБЛЯ

Прежде чем приступить к постройке судов, кружковцы должны уяснить теорию корабля. Юным судомоделистам необходимо иметь представление о таких элементах, как пловучесть, остойчивость, непотопляемость, ходкость и т. д.

Одним из главных свойств всякого судна является его пловучесть, то-есть способность держаться на воде, неся на себе все предназначенные грузы (при заданной осадке). Для того чтобы судно обладало пловучестью, его корпус делают водонепроницаемым и большого объема.

На основе закона Архимеда объем подводной части корпуса должен находиться в полном соответствии с весом всего судна. В этом можно легко убедиться, если проделать опыт, показанный на рисунке 1. Ясно, что погруженная часть корпуса модели корабля вытесняет объем воды, равный весу самой модели.

Чтобы судно не затонуло, оно должно иметь довольно большой запас пловучести. Для этого водонепроницаемые борта судна значительно возвышают над водой.

Величину силы, поддерживающей судно на воде, называют водоизмещением. Оно равно весу судна. Объем подводной части судна называется объемным водоизмещением. Объемное водоизмещение следует всегда отличать от весового водоизмещения, или просто водоизмещения, которое равно весу воды, вытесняемой подводной частью корабля, то-есть весу судна. Чтобы судно не погружалось и не всплывало, необходимо, чтобы сила давления воды на днище была равна полному весу судна.

Величина погружения корпуса корабля под водой (высота подводной части) называется осадкой (ее принято обозначать при вычислениях буквой T).

Другим важным свойством является непотопляемость судна. Если судно получит подводную пробоину, вода заполнит через нее весь внутренний объем корпуса и корабль, потеряв пловучесть, затонет. Что-

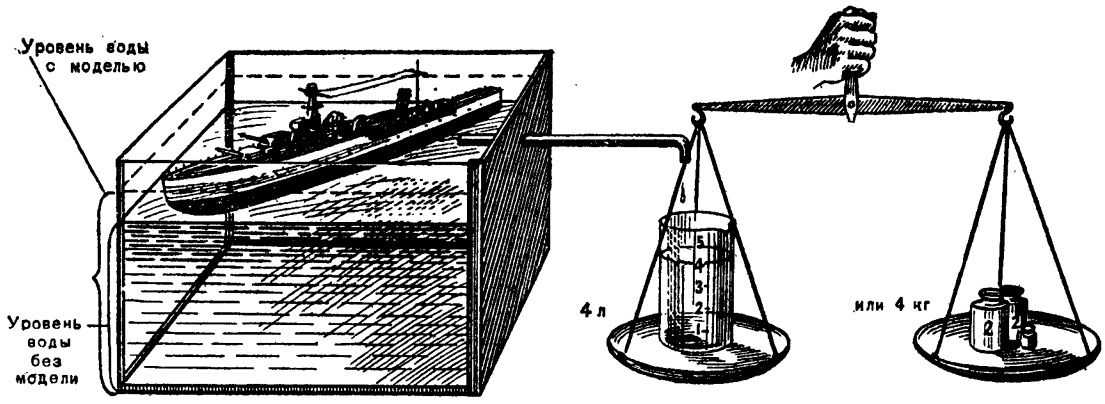


Рис. 1. Определение водоизмещения судна опытным путем.

бы предотвратить гибель судна из-за пробоины, внутренний объем корпуса делят поперечными водонепроницаемыми переборками, благодаря которым втекающая через пробоину вода заполнит не весь объем корабля, а лишь один его отсек (между двумя переборками). При одном затопленном отсеке судно потеряет лишь часть своей плавучести и не затонет. Если на судне установлены водонепроницаемые переборки, то это значит, что оно обладает непотопляемостью.

Для обеспечения непотопляемости самоходных моделей делают водонепроницаемую палубу, а в корпусе — не менее двух водонепроницаемых переборок (рис. 2).

Но может случиться и так, что, несмотря на большой водонепроницаемый объем корпуса корабля и наличие нескольких водонепроницаемых переборок внутри корпуса, судно все же затонет, если наклонится от ветра, или из-за случайного смещения грузов к одному борту и т. п. В этом случае вода через отверстия в палубе (через люки, горловины и т. п.) зальет внутренний объем.

Судно, которое сопротивляется наклоняющим силам, называют остойчивым, а его свойство сопротивляться силам и возвращаться в положение равновесия после прекращения действия силы называется остойчивостью.

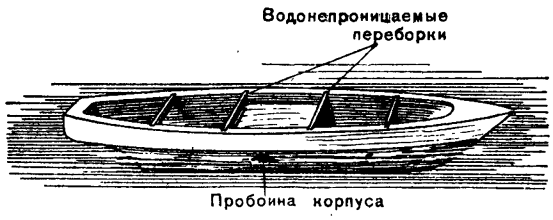


Рис. 2. Корпус модели с водонепроницаемыми переборками.

Различают два вида остойчивости корабля: поперечную (рис. *3,а*) и продольную (рис. *3,б*).

Наклонение судна на один из бортов называется креном, а наклонение судна на нос или корму — диферентом.

Линия пересечения нормально погруженного (без диферента и крена) корпуса судна с уровнем воды называется грузовой или конструктивной ватерлинией (*ГВЛ* или *КВЛ*).

Объясним, что такое остойчивость, центр тяжести и центр величины на модели судна, погруженной в воду.

На рисунке 3,*в* показано поперечное сечение модели судна, стоящей на воде, диаметральная плоскость *АБ*, делящая модель судна на две симметричные части.

Равнодействующая сила веса всех частей модели считается приложенной в точке, называемой центром тяжести. Эта сила направлена вниз и вытесняет то количество воды, которое равно весу модели. Равнодействующая сила всех подводных частей модели — сила поддержания — будет приложена в центре величины (*ЦВ*). Для того чтобы модель плавала без крена, нужно чтобы *ЦТ* и *ЦВ* лежали на одной вертикали.

Рассмотрим положение модели при качке. На рисунке 3,*в* показано поперечное сечение судна, наклоненного на правый борт. Модель погружена в воду больше правым бортом, чем левым. Так как все грузы на корабле закреплены хорошо, то ЦТ остается в неизменном положении, а ЦВ при крене

передвинется направо. Следовательно, центр тяжести и центр величины не будут на одной вертикали и силы, действующие в этих точках, уже не совпадут. Но так как одна сила, действующая вниз, а другая, действующая вверх, образуют восстанавливающую пару сил, модель остойчива.

Если же центр тяжести и центр величины расположены так, что силы, приложенные к этим точкам, стремятся не выпрямить, а, наоборот, опрокинуть модель, то судно неостойчиво.

Если при крене судна мы проведем из центра величины прямую, пересекающую диаметральную плоскость, то в точке пересечения получим так называемый метацентр *(М)* — средний центр, а расстояние между метацентром и центром тяжести образует метацентрическую высоту.

Мерой начальной остойчивости модели при небольших кренах в 10—15° и является метацентрическая высота. Чтобы модель была остойчивой, необходимо, чтобы метацентрическая высота была положительной, то-есть метацентр лежал бы выше центра тяжести.

Таким образом, возможны три положения равновесия плавающей модели:

1) когда метацентр лежит выше центра тяжести. Такое положение остойчивое, так как после устранения причин, вызвавших крен, модель возвращается в свое первоначальное положение. В этом случае метацентрическая высота положительная;

2) когда метацентр лежит ниже центра тяжести. Положение модели неостойчивое, так как силы стремятся увеличить крен модели и опрокидывают ее. В этом случае метацентрическая высота отрицательная;

3) когда метацентр совпадает с центром тяжести модели. В данном случае обе силы отсутствуют и метацентрическая высота равна нулю. Модель остается в нормальном положении, пока внешние силы не выведут ее из равновесия. Такое положение моде-

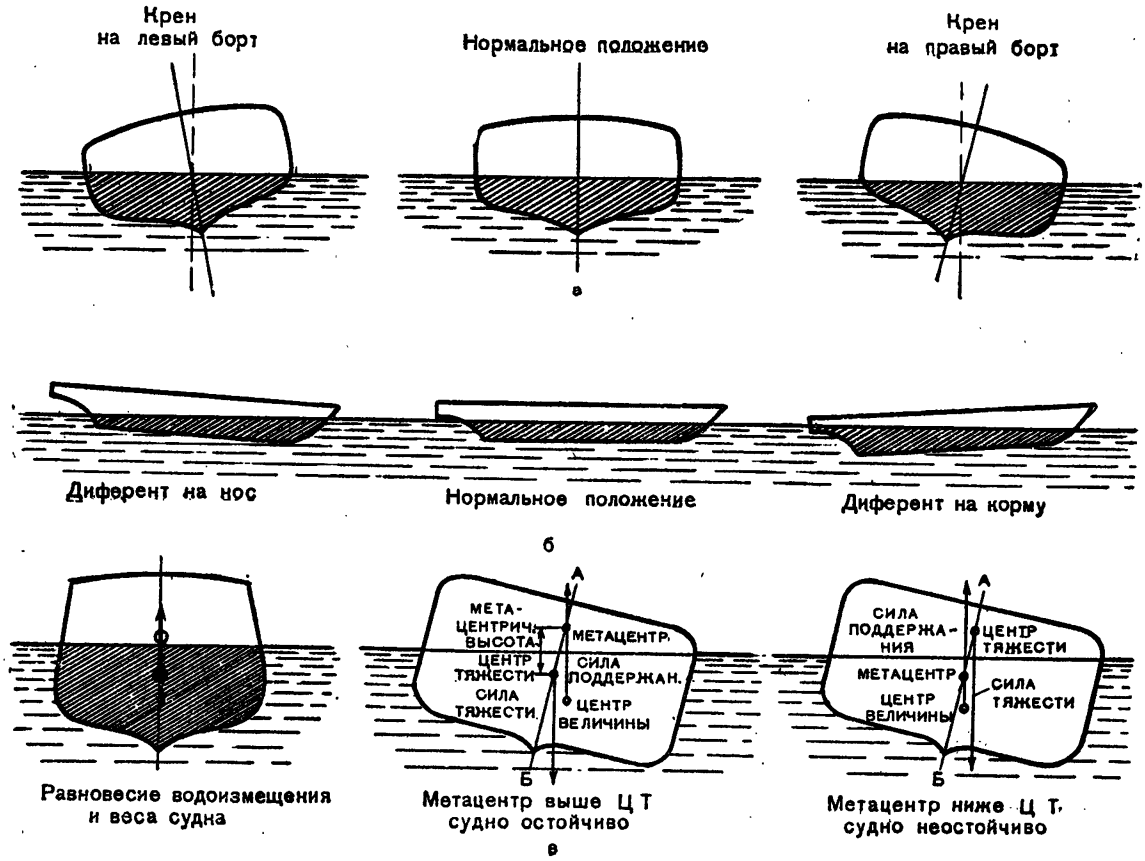


Рис. 3. Остойчивость корабля:

а — поперечная; *б* — продольная; *в* — влияние расположения *ЦТ* и *ЦВ* на остойчивость судна.

ли является неостойчивым, и при первом же порыве ветра или небольшой волне судно перевернется.

Для обеспечения поперечной остойчивости моделей судов необходимо, чтобы все грузы внутреннего устройства модели (двигатель, горючее, балласт) располагались как можно ближе к килю.

Помимо пловучести, непотопляемости и остойчивости, всякое самоходное судно должно обладать еще ходкостью.

Ходкостью называется способность судна развивать как на спокойной, так и на взволнованной поверхности воды свою полную скорость. Для того чтобы судно имело хорошую ходкость, необходимо правильно подобрать двигатели и движители и добиться как можно меньшего сопротивления воды.

Большое значение имеет хорошая поворотливость судна. Если судно обладает способностью изменять посредством руля или других устройств направление движения в необходимую сторону, то это значит, что оно обладает поворотливостью. На рисунке 4 показаны различные положения руля во время движения судна. С левой стороны рисунка показано прямое движение судна, когда румпель (металлический рычаг, при помощи которого поворачивается руль) находится в диаметральной плоскости.

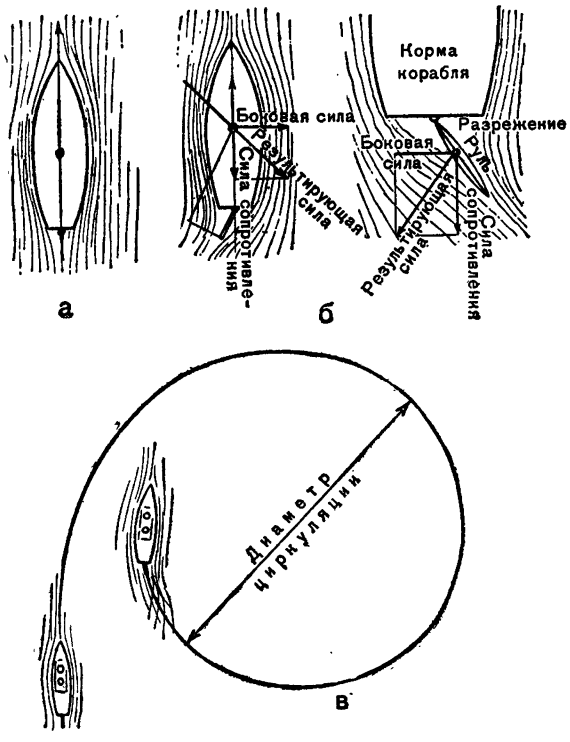


Рис. 4. Силы, действующие на руль при движении корабля:

а — руль в диаметральной плоскости; *б* — руль выведен из диаметральной плоскости; *в* — циркуляция судна при перекладке руля на правый борт.

Правая сторона рисунка показывает поворот руля, который достигается при помощи вращения штурвала, соединяющегося с румпелем. В этом случае обтекающие корпус струи встречают на своем пути препятствие — перо руля, давят на него и в результате судно разворачивается в ту же сторону, в которую отклонился руль. Кривая, описываемая судном (или моделью) при повороте, называется циркуляцией, а диаметр окружности, полученной от циркуляции судна при установившемся ходе, — диаметром циркуляции (рис. 4,*в*).

Отношение диаметра циркуляции к длине судна является мерой поворотливости судна. Чем меньше это отношение, тем поворотливее судно.

Для того чтобы определить диаметр циркуляции модели, необходимо повернуть руль на 10—15° по отношению к диаметральной плоскости, пустить судно на воду и, когда установится циркуляция, замерить ее диаметр.

При испытании модели на воде к ней предъявляется еще одно требование — устойчивости на курсе, то-есть способности модели удерживаться на заданном курсе (направлении). Устойчивость модели зависит от подбора рулей, правильно выполненных обводов корпуса и величины бокового сопротивления. Правильно отрегулированная модель обладает хорошей устойчивостью на курсе и хорошей поворотливостью.

Длину, ширину, высоту борта и осадку судна называют главными размерениями. Их обозначения вы видите на рисунке 5, где

L — длина корпуса по *КВЛ*,
B — наибольшая ширина по *КВЛ*,
H — высота борта (от киля до палубы),
T — осадка (от киля до *КВЛ*),
V — водоизмещение судна.

Зная главные размерения модели, можно определить коэффициент полноты корпуса подводной части модели, пользуясь несложной формулой: $V = LBT\delta$. Отсюда $\delta = \frac{V}{LBT}$, где

V — водоизмещение модели в *см*³,
L — длина модели в *см*, B — ширина в *см*,
T — осадка в *см*.

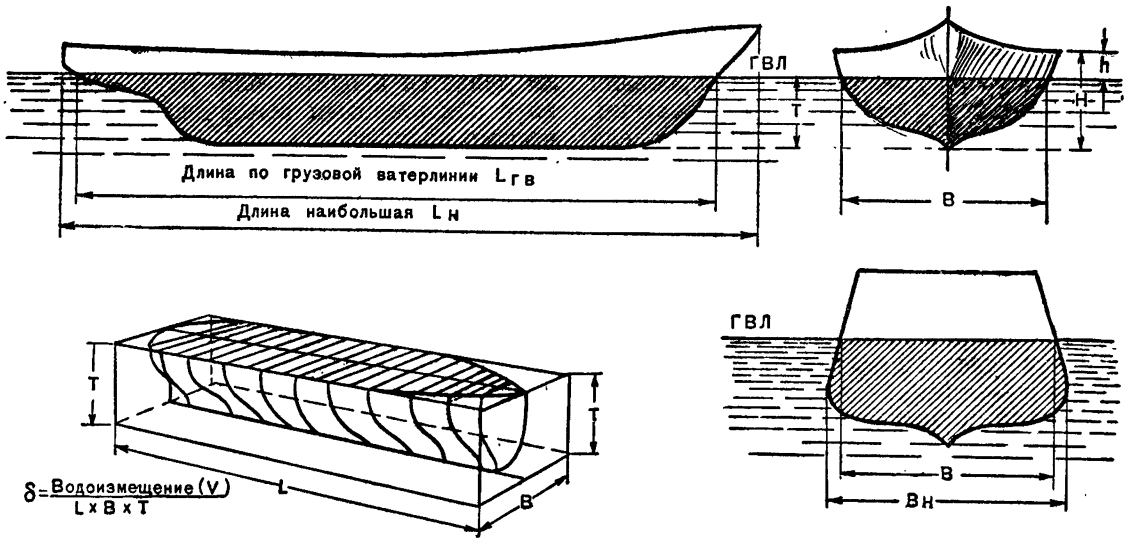


Рис. 5. Главные размерения корпуса корабля и определение коэффициента полноты водоизмещения.

Для расчетов водоизмещения модели применяется расчетная осадка, которая равна среднему арифметическому от осадки носом и кормой модели. Например, если осадка носом 5 *см*, а кормой 7 *см*, то средняя осадка будет $\frac{5+7}{2} = 6$ *см* (у яхт осадку измеряют от киля до *ГВЛ*).

Прежде чем приступить к постройке модели судна, надо четко представить себе ее главные размерения и вычертить обводы судна. После этого составляется общий вид всей модели и ее отдельных деталей.

Юный судомоделист с помощью руководителя выбирает сначала класс корабля для моделирования, устанавливает его максимальную длину и масштаб. А затем на основании главных размерений составляет так называемый теоретический чертеж обводов модели, производит расчет необходимых материалов, подбирает двигатель и движители и планирует весь процесс работы над моделью.

По составленному теоретическому чертежу производят проверку модели на осадку и водоизмещение и вычисляют объем подводной части корпуса модели.

Теоретический чертеж выполняется следующим образом. Для вычерчивания обводов проектируемый корпус корабля рассекают системой плоскостей.

Устанавливают три основные взаимно перпендикулярные плоскости проекций (рис. 6): вертикально-продольную плоскость, разбивающую корпус модели корабля на две симметричные части — правую и левую — и называемую диаметральной плоскостью *(ДП)*; горизонтальную плоскость, которая совпадает с уровнем воды и делит корпус модели на подводную и надводную части (эта плоскость называется грузовой ватерлинией), и вертикально-поперечную плоскость, разделяющую модель на две части — носовую и кормовую. Она является очертанием самого широкого места корпуса модели и называется плоскостью мидель-шпангоута.

Если теперь корпус модели судна рассечь рядом плоскостей, параллельных трем основным плоскостям, то мы получим линии обводов, которые и составят теоретический чертеж модели судна (рис. 6).

Рассекая корпус модели судна плоскостями, параллельными диаметральной плоскости, получаем кривые линии, называемые батоксами. Эти линии, нанесенные на теоретический чертеж, носят название проекции «бок».

Рассекая корпус модели судна плоскостями, параллельными грузовой ватерлинии, получим несколько кривых, называемых ватерлиниями диаметральной плоскости, а нанесенные на чертеж, они получили название проекции «полуширота».

Рассекая корпус модели судна параллельно плоскости миделя, получим линии

шпангоутов. Совокупность этих линий, нанесенных на чертеж, носит наименование проекции «корпус». Совмещая проекции всех линий с тремя основными плоскостями, мы получим теоретический чертеж модели судна, состоящий из бока, полушироты и корпуса.

Так как корпус модели судна симметричен относительно диаметральной плоскости, на чертеже вычерчивается только одна ветвь каждой ватерлинии, каждого шпангоута. На корпусе носовые шпангоуты вычерчиваются вправо от средней вертикальной линии, а кормовые — влево.

Нумерация шпангоутов идет по порядку от носа к корме: носовому конечному шпангоуту присваивается № 0, первому шпангоуту — № 1 и т. д. Расстояние между двумя соседними шпангоутами носит название шпации.

Для окончательного вычерчивания теоретического чертежа необходимо нанести на чертеж еще особые линии корпуса: борт (верхний контур корпуса) и киль, то-есть очертания нижней кромки конструктивного киля.

Для упрощения теоретического чертежа в судомоделировании чертеж корпуса модели делается в одной или двух проекциях, но с обязательным вычерчиванием теоретического корпуса.

Рекомендуется чертеж теоретического корпуса вычерчивать на разграфленной квадратами бумаге, так как в этом случае моделист сможет самостоятельно увеличить или уменьшить чертеж теоретического корпуса, а следовательно, и вычертить шпангоуты в натуральную величину.

При этом соблюдают следующую последовательность в вычерчивании теоретического чертежа.

1. Вычерчивание сетки с ватерлиниями, батоксами. При этом размер ее увеличивается пропорционально принятому масштабу; например, чертежи корпуса модели вычерчены в масштабе М=1 : 400, моделист принял масштаб М=1 : 100. Для этого ему необходимо сетку ватерлинии с батоксами вычертить в четыре раза больше (рис. 7, справа).

2. Нанесение на эту сетку с помощью циркуля-измерителя расстояния между

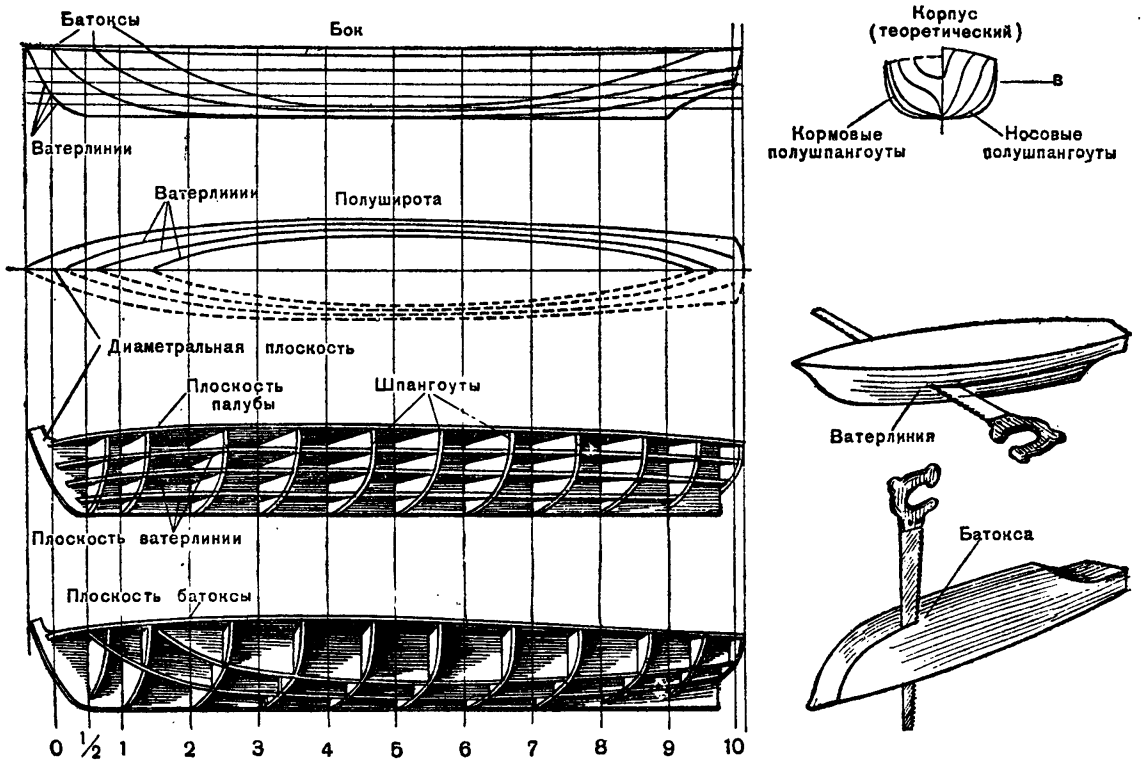


Рис. 6. Теоретический чертеж корпуса судна.

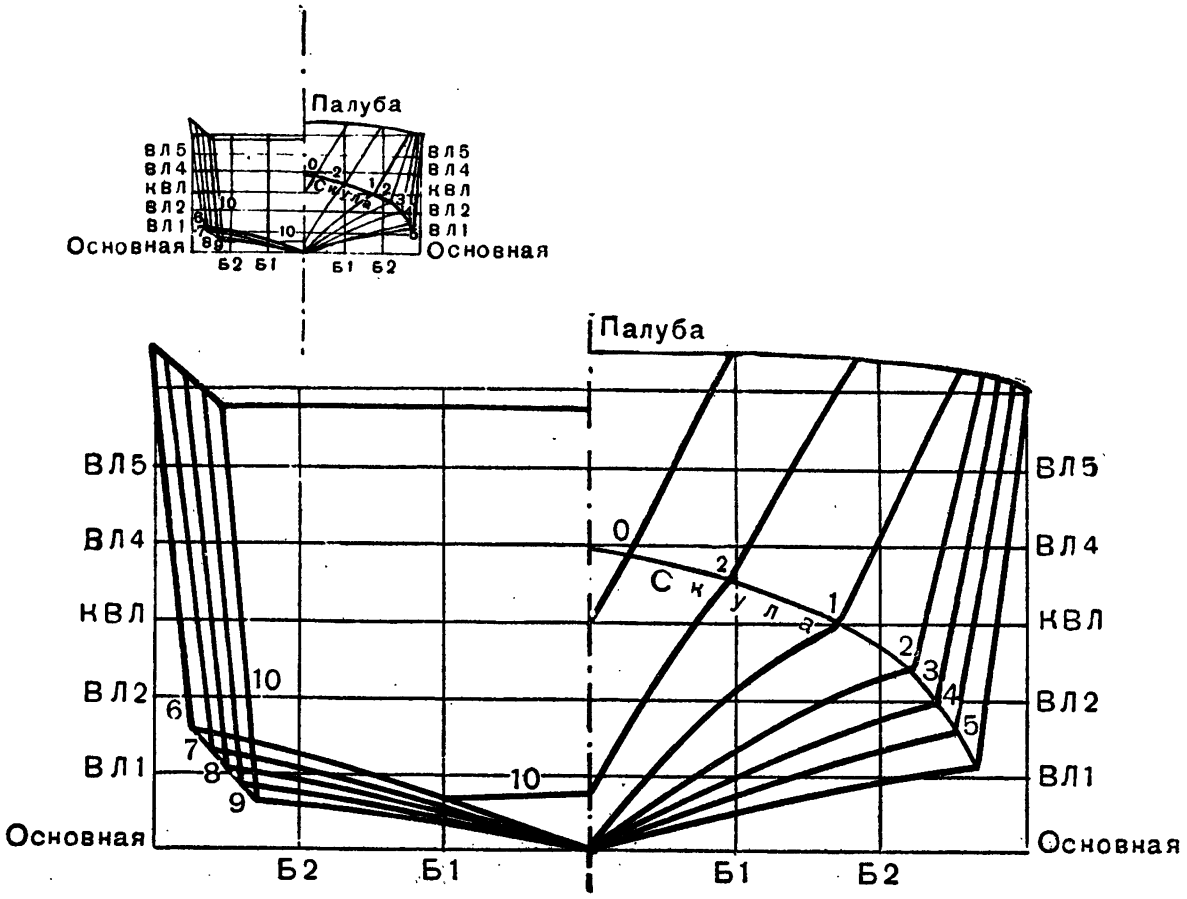


Рис. 7. Вычерчивание теоретического корпуса модели.

линией диаметральной плоскости и пересечением шпангоутов с ватерлиниями и батоксами.

3. Получение кривых линий, которые проводятся через точки пересечения шпангоутов с ватерлиниями и батоксами. Эти кривые линии и будут искомыми шпангоутами нового теоретического корпуса в М=1 : 100.

4. Получение линии палубы модели судна путем соединения вершин этих кривых линий (шпангоутов).

Имея чертеж теоретического корпуса модели судна, моделист по линиям шпангоутов может вычертить шаблоны шпангоутов для практического изготовления.

При проектировании парусной модели важно найти правильное положение *ЦП* и *ЦБС*, которые обеспечивали бы необходимое направление хода модели без участия руля.

Практическим путем доказано, что для того, чтобы модель парусного судна управлялась наилучшим образом, требуется центр парусности поместить впереди центра бокового сопротивления на 7—10% от длины судна по грузовой ватерлинии.

По тому, как ведет себя парусная модель на воде, моделист может определить положение центра парусности по отношению к *ЦБС* модели.

На рисунке 8,*а* показано поведение модели яхты при разном положении центра парусности *(ЦП)* по отношению к центру бокового сопротивления модели.

В первом случае центр парусности *(ЦП)* слишком сильно вынесен вперед по отношению к *ЦБС*, и модель при этом будет «уваливать», так как возникающая пара сил поворачивает модель яхты под ветер. Во втором случае центр парусности *(ЦП)* расположен позади центра бокового сопротивления *(ЦБС)*. В этом случае парусная модель будет стремиться стать носом против ветра. Про такую модель говорят, что она сильно «приводится».

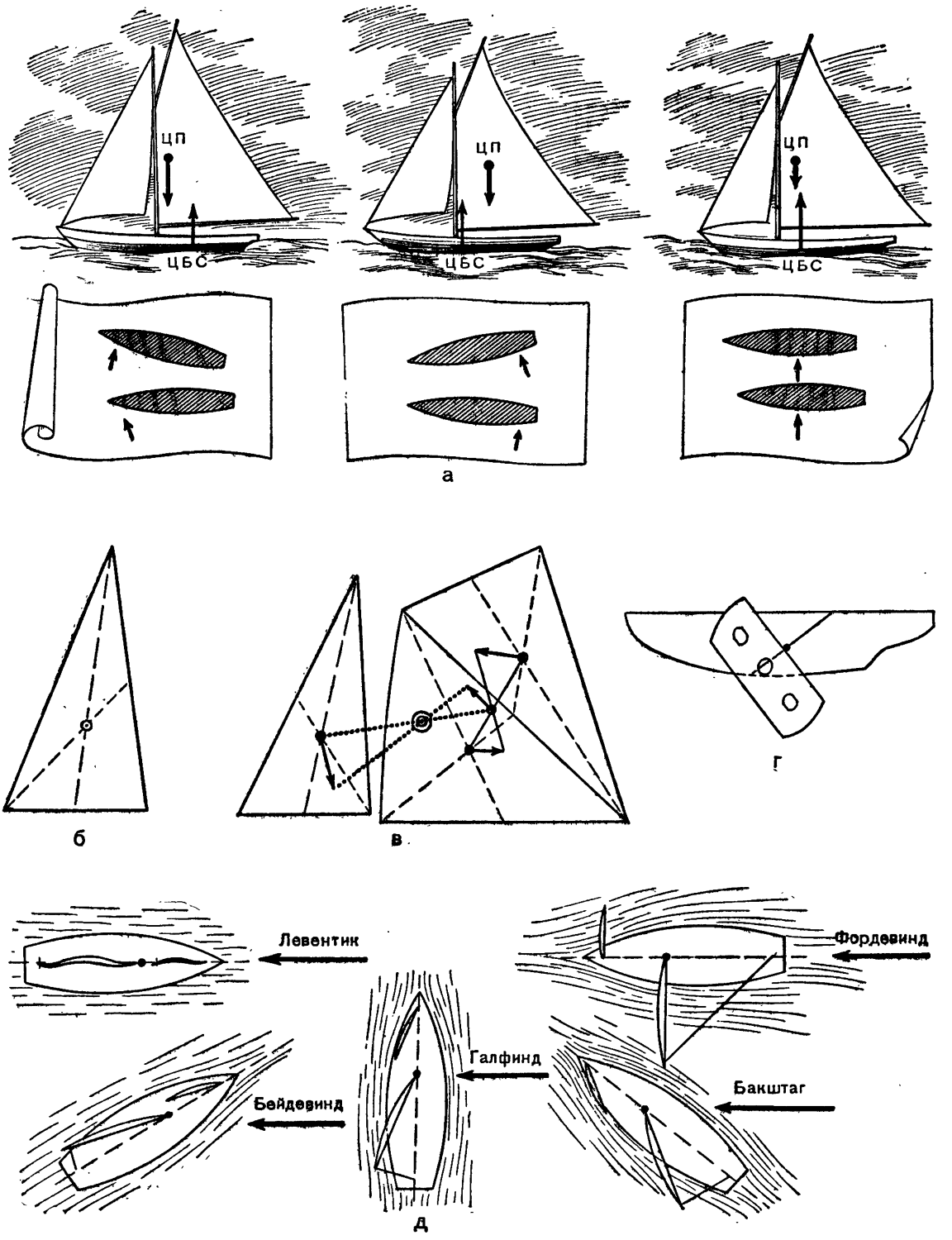


Рис. 8. Определение *ЦП*, *ЦБС* и различные курсы модели относительно ветра.

Третье положение — нормальное, когда *ЦП* впереди *ЦБС* на 0,1 длины парусной модели.

Для того чтобы моделист самостоятельно мог регулировать парусную модель судна, опишем, как определить *ЦП* и *ЦБС*.

Центр бокового сопротивления *(ЦБС)* парусной модели находится следующим образом (рис. 8,*г*).

Отрезают кусок картона, и из него очень аккуратно вырезают профиль подводной части модели. Вырезанную фигуру уравновешивают на лезвии безопасной бритвы. Когда равновесие достигнуто, слегка нажимают на фигуру пальцем, чтобы от острия ножа получилась вдавленная линия. После этого фигуру разворачивают на 90°, снова уравновешивают и опять нажимают на нее пальцем.

ЦБС будет лежать как раз на пересечении линий, полученных от надавливания лезвия на фигуру.

Определить *ЦП* (то-есть определить точки приложения силы ветра) можно следующим образом:

1) если на яхте один треугольный парус (рис. 8,*б*), то в этом случае из двух вершин паруса проводят линии (медианы). Точка пересечения медиан даст точку центра парусности *(ЦП)*;

2) при сложной системе парусов (рис. 8, *в*) *ЦП* вычисляют для каждого паруса в отдельности. Общий центр парусности будет расположен на линии, соединяющей центры парусности отдельных парусов ближе к большому парусу, как это видно на рисунке.

Если площадь четырехугольного паруса разбивается на два треугольника, то *ЦП* треугольных парусов находятся так. Из *ЦП* каждого треугольного паруса проводят параллельные линии, на которых в произвольном, но одинаковом для обеих линий масштабе откладывают площади треугольных парусов. Соединив одной сплошной прямой внешние концы линий, показывающих линейно величины площади, а другой—найденные ранее *ЦП* парусов отдельных треугольников, находят точку пересечения этих двух прямых, которая и явится *ЦП* четырехугольного паруса.

ЦП всей системы находится таким же путем. Из центров парусности каждого паруса проводят две параллельные линии, на которых в произвольном линейном масштабе откладывают площади совмещаемых парусов, причем площадь большого паруса (грота) откладывают на линии, выходящей из *ЦП* малого паруса, и, наоборот, площадь меньшего паруса откладывают на линии, выходящей из центра большого паруса. Соединив одной прямой (на рисунке эта линия обозначена точками) внешние концы линий, показывающих линейную величину площади, а другой — найденные ранее *ЦП* отдельных парусов, находят точку пересечения этих двух прямых, которая и явится общим центром парусности системы.

На рисунке 8,*д* показаны основные курсы модели парусного судна относительно ветра.

Для правильной установки *ЦП* по отношению *ЦБС* рекомендуется в средней части диаметральной плоскости модели яхты или швертбота устанавливать приспособление, называемое гребенкой (рис. 9).

При помощи этого приспособления можно перемещать мачту, а значит, и парус вдоль диаметральной плоскости. С перемещением паруса будет меняться и расположение центра парусности *(ЦП)* по отношению центра бокового сопротивления *(ЦБС)*.

Гребенка изготовляется из металлической пластинки размером 60 × 10 × 2 *мм*. Крепят гребенку к палубному брусу, установленному строго в диаметральной плоскости. Мачту устанавливают на гребенку и закрепляют ее при помощи штыря и наметки, врезанной и закрепленной на мачте.

Часто моделист строит модель по рисунку или фотографии из журналов. В этом случае ему приходится пересчитывать главные величины судна (водоизмещение, скорость и мощность). Делает он это с по-

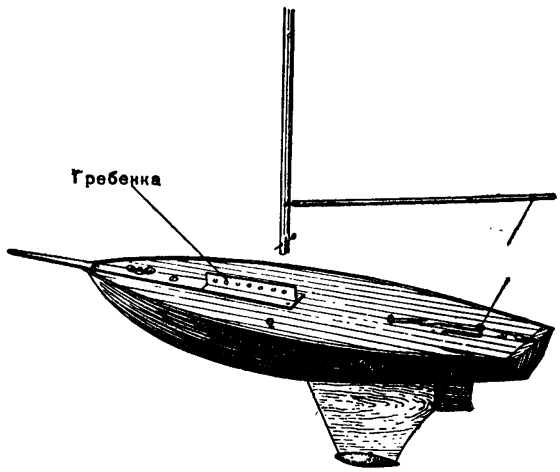


Рис. 9. Установка гребенки на модели яхты.

мощью так называемого закона механического подобия, который гласит: если масштаб модели обозначен через $M=\frac{1}{\lambda}$, то все главные размерения модели — длина, ширина, осадка — должны быть меньше, чем размеры судна в λ (лямбда) раз.

К примеру, если масштаб модели 1 : 100, то главные размерения модели должны быть в сто раз меньше тех же размеров натуры. Водоизмещение модели должно быть меньше водоизмещения настоящего судна в λ^3 раз.

Если $\lambda = 100$, то и водоизмещение модели должно быть меньше водоизмещения судна в $\lambda^3=100^3=1\,000\,000$ раз.

Если водоизмещение судна равно 1 000 *т*, то водоизмещение модели (при масштабе $\frac{1}{\lambda} = 1:100$) должно быть равно $\frac{1\,000\ т}{1\,000\,000}=\frac{1\,000\,000\ кг}{1\,000\,000}=1\ кг$; следовательно, объем подводной части должен быть равен одному кубическому дециметру.

При пересчете скорости судна в соответствующую масштабную скорость для модели принимают, что скорость модели должна быть меньше скорости судна в $\sqrt{\lambda}$ раз.

Так, при скорости крейсера в 40 узлов скорость модели, построенной в масштабе 1 : 100, должна быть равна

$$\frac{40}{\sqrt{\lambda}}=\frac{40}{\sqrt{100}}=\frac{40}{10}=4 \text{ узла.}$$

Скорость модели удобнее считать в *м/сек*. Поэтому, зная, что 1 узел=0,515 *м/сек*, мы можем определить, чему будут равны 4 узла, то-есть $= 4\times 0{,}515 = 2{,}06$ *м/сек*.

Можно легко определить и мощность, которой должен обладать двигатель модели для развития масштабной скорости в соответствии со скоростью корабля.

Мощность двигателя модели должна быть меньше мощности двигателя судна $\lambda^{3,5}$ раза.

К примеру, если мощность двигателей крейсера 100 000 *л. с.*, то мощность двигателя модели должна быть равна приблизительно $\frac{100\,000}{\lambda^{3,5}}=\frac{100\,000}{100^{3,5}}\approx 0{,}01$ *л. с.*

Практически установлено, что при хорошем валопроводе (с малым трением) и правильном подборе гребного винта мощность двигателя для обеспечения масштабной скорости модели должна быть в 10—12 раз больше масштабной. Значит, для обеспечения скорости модели крейсера необходимо увеличить мощность двигателя в 10—12 раз, то-есть она будет равна 0,1 — 0,12 *л. с.*

В приложении к этому сборнику приводится таблица, которая по закону подобия дает готовые значения масштабных чисел в различных степенях. Эта таблица согласована с масштабами моделей, предусмотренными единой всесоюзной классификацией моделей судов.

ПОСТРОЙКА МОДЕЛЕЙ СУДОВ

Постройка самоходной модели корабля слагается из ряда работ: изготовления рабочих чертежей, постройки корпуса и надстроек, изготовления и установки двигателя, движителя и различных механических устройств.

В большинстве случаев юные судомоделисты пользуются готовым чертежом общего вида модели, а также теоретическим чертежом ее корпуса. Поэтому изготовить рабочие чертежи для постройки корпуса и надстроек не представляет трудности.

В зависимости от назначения модели корабля, наличия материалов и средств моделист определяет технологию постройки.

Выбор материалов связан с конструктивными особенностями модели. Большинство деталей моделей кораблей различных классов имеет общие черты и поэтому приемы их изготовления и сборки схожи. Это позволяет обобщать способы изготовления и монтажа ряда конструкций моделей кораблей.

Постройка самоходной модели корабля требует большого внимания от судомоделиста и аккуратной работы. От точности изготовления (по чертежу) внешних очертаний шпангоутов и правильной их установки на киле зависит качество обводов построенного корпуса модели корабля, а прочность и отделка модели — от правильно поставленной обшивки корпуса.

Умелый подбор и правильная установка двигателя, движителя и механических устройств зачастую решают успех ходовых испытаний модели корабля.

Самой трудоемкой и наиболее ответственной частью работы по конструированию

самоходной модели корабля является **постройка корпуса.** От правильно выбранной конструкции корпуса и качества изготовления его обводов во многом зависят мореходные качества самоходной модели. В корпусе модели монтируются двигатели и механические приспособления, а на палубе корпуса устанавливаются и крепятся надстройки и различные корабельные устройства.

В постройке корпусов самоходных моделей кораблей различают несколько способов. Здесь мы описываем три наиболее распространенные в судомоделизме.

Наборный способ. Этот способ во многом напоминает современную постройку кораблей.

Для постройки корпуса этим способом моделист согласно конструктивному чертежу заготовляет весь набор корпуса, состоящий из шпангоутов, штевней, стрингеров, водонепроницаемых переборок и обшивки (рис. 10).

Только после тщательной проверки по рабочим чертежам отдельных деталей набора можно приступить к сборке корпуса.

Особое внимание моделист должен обратить на точность выпиловки внешних очертаний шпангоутов, которые при сборке модели определяют ее обводы.

Изготовление шпангоутов. Берут чертеж теоретического корпуса и переводят с него на кальку каждый шпангоут. Для вычерчивания обеих ветвей шпангоутов снятую с теоретического чертежа одну ветвь шпангоута перегибают по линии диаметральной плоскости и карандашом наносят вторую, симметричную первой ветви шпангоута. Изготовляются шпангоуты из фанеры; толщина ее выбирается в зависимости от размера модели. Рекомендуется: для моделей длиной от 500 до 1 200 *мм* применять 2—3-миллиметровую фанеру; для моделей длиной от 1 200 до 2 000 *мм* — 3—5-миллиметровую, для моделей длиной от 2 000 до 3 000 *мм* — 4—6-миллиметровую.

Шпангоуты изготовляются следующим образом. На зачищенном шкуркой листе фанеры размечают карандашом внешние обводы шпангоутов. Разметку чертилкой или ножом применять нельзя, так как по следу чертилки тонкая фанера легко ломается. Затем шпангоуты вырезают ножом или выпиливают лобзиком и зачищают напильником и шкуркой. Внутренняя выпиловка делается не во всех шпангоутах, так как некоторые из них одновременно служат водонепроницаемыми переборками.

Количество водонепроницаемых отсеков на самоходных моделях кораблей рекомендуется брать от 3 до 5, в зависимости от длины модели.

Шпангоуты, подлежащие выпиловке внутри, размечают с таким расчетом, чтобы они могли прочно обеспечить поперечное крепление корпуса. В зависимости от качества фанеры и величины модели толщина внутренней стенки шпангоута колеблется от 15 до 30 *мм*. На рисунке 10, вверху, изображен набор вырезанных и обработанных шпангоутов самоходной модели корабля (модель крейсера).

Если фанеры нет, моделист может изготовить шпангоуты из сосновых или березовых досок. Необходимо следить, чтобы на внешнем обводе шпангоутов не было сучков или трещин.

Перед выпиловкой шпангоутов доски зачищают или выстругивают до определенной толщины. Толщина шпангоутов из досок выбирается от 10 до 20 *мм*, в зависимости от качества материала и величины модели.

Руководитель должен знать, что если в модели шпангоуты сделаны из досок, то вес модели значительно увеличивается, а прочность и долговечность (сохранность) уменьшаются.

Изготовление киля. Киль изготовляют из прямослойной сосны, березы или бука. Толщина и ширина киля колеблется от 10 до 30 *мм*, в зависимости от размера модели и качества материала.

На киле согласно теоретическому чертежу наносят карандашом места крепления шпангоутов и штевней, для корпусов моделей судов с толщиной киля от 15 до 30 *мм* — в шпангоутах и киле, причем в шпангоутах пазы делаются в два раза больше, чем в киле. Глубина пазов определяется общей конструкцией корпуса. На моделях плоскодонных судов киль убирается внутрь корпуса, и поэтому пазы в шпангоутах и киле должны быть глубокими. На моделях морских судов (килевых) большая часть киля выходит на поверхность корпуса и поэтому пазы для крепления будут неглубокими.

Изготовление форштевня и ахтерштевня. Форштевень и ахтерштевень изготовляются из брусков дерева — бука, березы, ясеня, которые обрабатываются согласно обводам корпуса модели (по теоретическому чертежу). Рекомендуется изготовлять штевни из нескольких склеен-

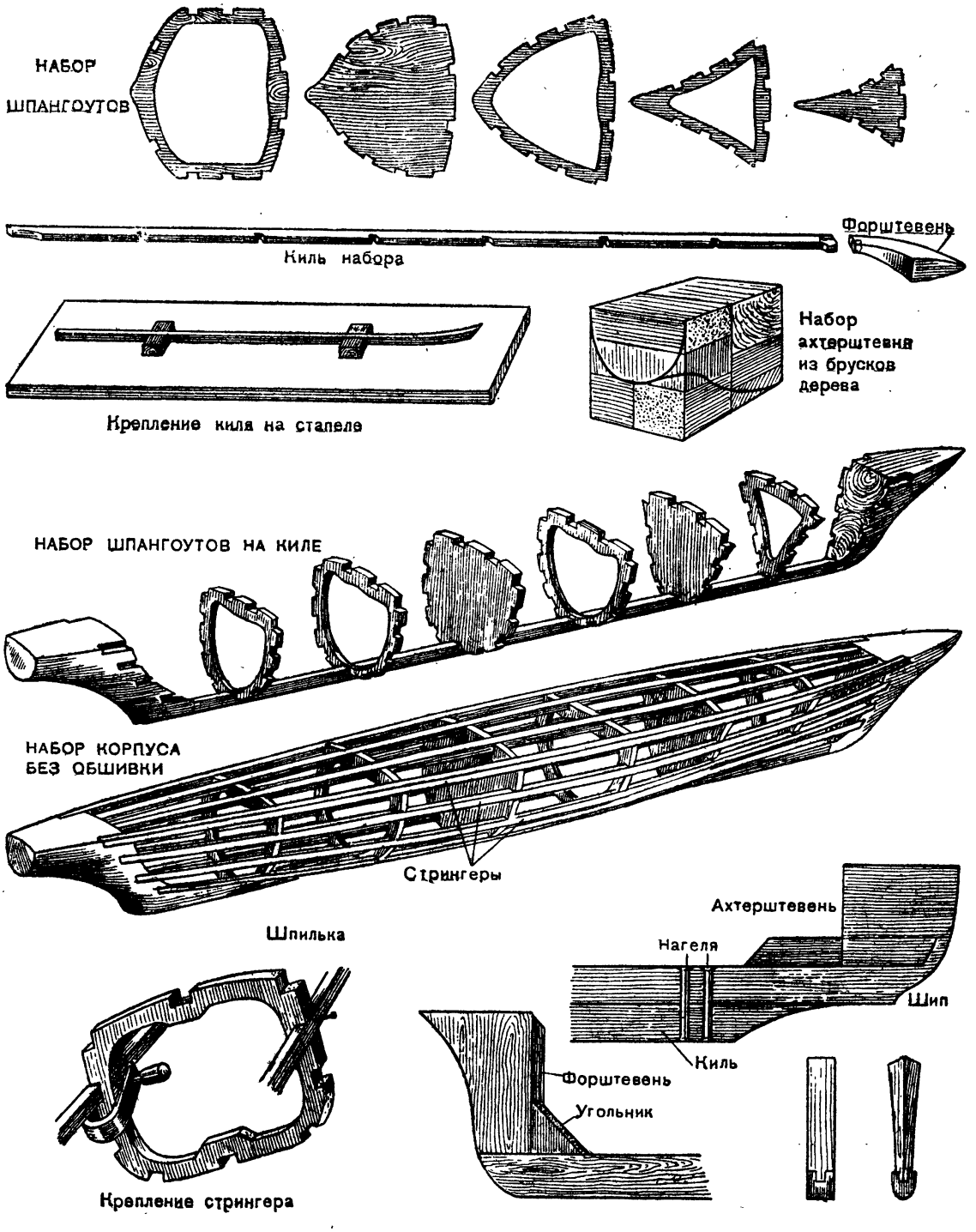


Рис. 10. Изготовление корпуса модели корабля наборным способом.

ных брусков, это устранит возможность деформации их в воде или при просушке. На рисунке 10, вверху справа, показан набор штевней из брусков дерева.

Крепление обработанных штевней к килю производят на столярном клею при помощи шипов, угольников и нагелей.

На рисунке 10, внизу, показан способ крепления ахтерштевня при помощи шипов и угольников.

Изготовление стрингеров. Стрингеры изготовляются из прямослойной сосны. Толщину и ширину стрингеров для корпуса модели выбирают от 5 до 10 *мм*, в зависимости от размера модели. Палубные стрингеры рекомендуется увеличивать по ширине.

Стрингеры крепят в вырезанных пазах шпангоутов и штевней на казеиновом клею, АК-20, аэролаке первого покрытия (эмалит). Пазы в шпангоутах вырезают на 1—2 *мм* меньше толщины стрингеров. Это необходимо делать для зачистки стрингеров при обработке набора корпуса. Для корпусов больших моделей кораблей стрингеры рекомендуется крепить к шпангоутам деревянными шпильками.

На рисунке 10, внизу слева, показан способ крепления стрингера к шпангоуту, а на рисунке 11 — способ изготовления стрингеров.

Сборка корпуса. Когда отдельные части набора корпуса (шпангоуты, киль, штевни и стрингеры) готовы, начинаю сборку корпуса.

Сборку корпуса модели рекомендуется производить на стапеле — доске, длина которой на 10—15 *см* больше длины модели корабля.

Стапель крепят на сборном столе или верстаке и на нем укрепляют штевни. Затем на стапеле устанавливают киль и при помощи стапельных блоков (деревянных брусочков) укрепляют на стапельной доске.

После этого на киле укрепляют штевни и устанавливают шпангоуты. Прежде чем их укрепить, необходимо проверить правильность их установки по теоретическому чертежу.

Правильно установленными шпангоутами считаются те, у которых симметрично расположены ветви по отношению к диаметральной плоскости модели, а также если они стали на те места, которые отведены им по теоретическому чертежу.

Воображаемую диаметральную плоскость можно получить на модели с помощью прямой доски или широкой линейки, устанавливаемой строго параллельно килю сверху вдоль набора корабля.

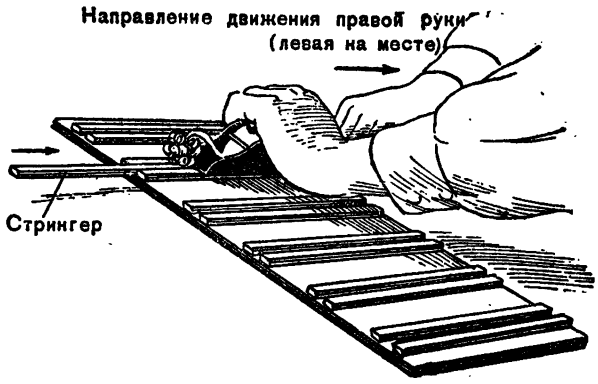


Рис. 11. Способ изготовления стрингеров.

Правильность установки шпангоутов достигается путем углубления или уменьшения пазов, а также за счет смещения оси паза вправо или влево, то-есть снятия с той или другой боковой стенки паза стружки. Пазы в шпангоутах или на киле необходимо делать с таким расчетом, чтобы шпангоуты входили в них туго. Если они вставлены слабо, необходимо укрепить их при помощи деревянного чепика.

По окончании проверки и подгонки шпангоутов их крепят к килю при помощи суровой нитки. Для облегчения работы по установке шпангоутов рекомендуется пользоваться стапельной планкой, вырезанной из строительной фанеры или сосновой доски. Такая планка показана на рисунке 62. Подробное описание планки смотрите в разделе «Постройка мотолодки».

После того как окончательно проверят симметричность их ветвей по отношению к диаметральной плоскости, на шпангоутах можно делать разметку пазов для стрингеров.

Для этого на шпангоуты и штевни накладывают заготовленные стрингеры и карандашом делают разметку. Каждый стрингер и соответствующие пазы на шпангоутах пронумеровываются.

Количество стрингеров, устанавливаемых на моделях, определяется размерами модели и качеством строительного материала. Обычно на моделях устанавливают не менее четырех бортовых (по каждому борту) и пяти палубных стрингеров, так как меньшее количество стрингеров ухудшает прочность модели.

Окончив разметку шпангоутов и стрингеров, шпангоуты снимают с киля и вырезают в них пазы для стрингеров.

Выпиловку пазов на шпангоуте рекомендуется делать при помощи ножовочных пилок. Количество пилок зависит от ширины паза с учетом плотной (тугой) посадки стрингеров.

На рисунке 12 показан способ выпиловки пазов на шпангоутах.

После этого продолжают дальнейшую сборку корпуса модели судна. На киль на казеиновом клею устанавливают шпангоуты и производят проверку их установки. После того как просохнет клей, на шпангоуты устанавливают стрингеры, начиная с палубных. Дав просохнуть клею, зачищают набор модели корабля напильником и стеклянной шкуркой (обрабатывают согласно обводам корабля).

Перед зачисткой набора корпуса модели корабля необходимо вырезать из картона контршаблоны шпангоутов, с помощью которых проверяют обводы корпуса модели корабля при зачистке. Для вырезки контршаблонов на картон через копировальную бумагу переводят с кальки внешние очертания шпангоутов. Рекомендуется каждый контршаблон шпангоута вырезать из отдельного куска картона.

Обшивку корпуса модели производят фанерой (желательно авиационной). Толщина фанеры берется: для моделей длиной до 1 *м* — 1 *мм;* для моделей большего размера — 1—2 *мм.*

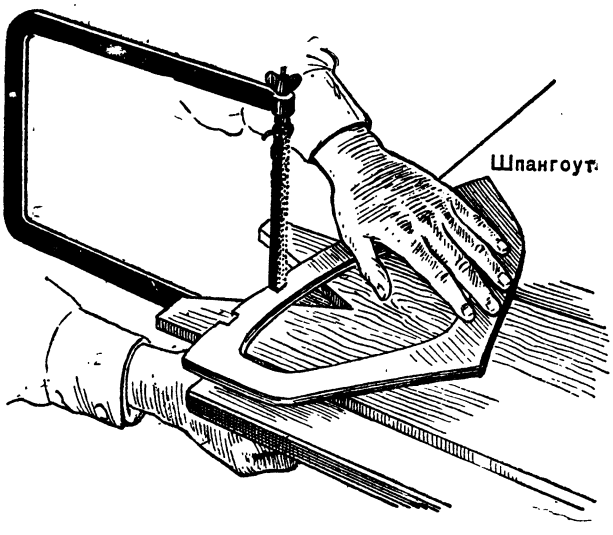


Рис. 12. Способ выпиловки пазов на шпангоутах.

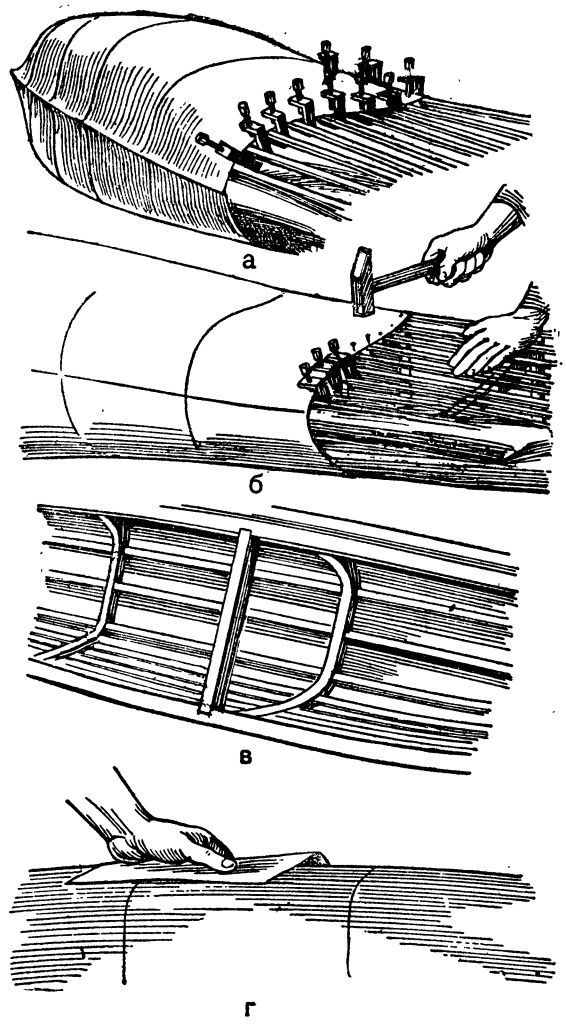


Рис. 13. Обшивка и обработка корпуса модели.

Для обшивки сначала вырезают фанерные заготовки (точно по выбранному участку борта, с учетом крепления на шпангоутах и стрингерах). Затем на казеиновом клею при помощи деревянных гвоздей и струбцин фанерные заготовки закрепляются на корпусе (рис. 13,*а*). Когда клей просохнет, струбцины снимают и дополнительно крепят фанеру деревянными гвоздями (рис. 13,*б*).

На рисунке 13,*в* показан внутренний вид участка корпуса после обшивки фанерой

Когда работы по обшивке корпуса будут закончены, производят шпаклевку. Предварительно корпус тщательно зачищают. Большие неровности снимают стеклом, а оставшиеся шероховатости снова зачищают напильником и крупнозернистой шкуркой и

затем окончательно заглаживают мягкой шкуркой (рис. 13,*г*). После зачистки корпус шпаклюют и грунтуют. Эти процессы обработки изложены в главе «Отделка изделия из древесины».

Если и после этого на корпусе будут замечены какие-либо изъяны, шпаклевку делают снова. Хорошо зашпаклеванный и зачищенный корпус красится.

Корпус модели покрывается краской несколько раз. Окончательная покраска его делается после установки всех надстроек и предварительных испытаний на воде.

Красить модель следует кистью с мягкой щетиной (беличьей) или с помощью пульверизатора и компрессора.

Корпус модели может окрашиваться в разные цвета, поэтому для каждой краски необходимо иметь отдельную кисть.

Сначала красят один борт, а когда он подсохнет — другой. Образовавшиеся после первой покраски подтеки и полосы зачищают мелкой шкуркой, смоченной в бензине или керосине (для масляных красок). Затем делают вторичную покраску. Отбивка ватерлинии производится с помощью устройства, показанного на рисунке 14. По нанесенной линии на корпус корабля наклеивается ровная полоска целлулоида шириной до 3 *мм*.

Ватерлинию можно отбить и краской. Для этого сначала на корпус наклеиваются клейстером две полоски бумаги. Расстояние между полосками должно быть равно ширине ватерлинии (до 3 *мм*). После покраски приклеенную бумагу удаляют теплой водой.

Изготовленный корпус устанавливают на подставке — кильблоках.

Кильблоки делаются из двух досок толщиной 10—15 *мм*. В досках вырезают выемки по форме шпангоутов, на которые будет опираться модель.

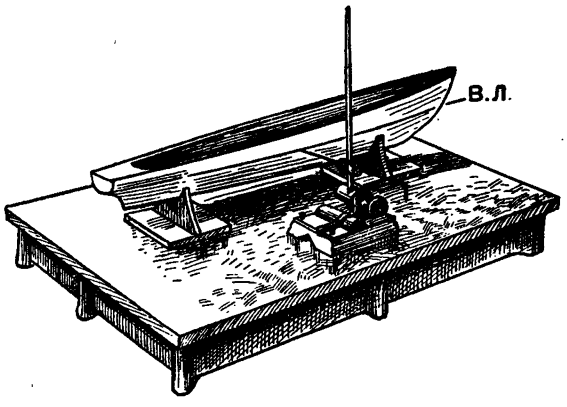


Рис. 14. Приспособление для отбивки ватерлинии.

Высота кильблоков не должна быть выше ватерлинии.

Оба кильблока (носовой и кормовой) соединяются двумя параллельными деревянными планками сечением 20×20 *мм* или металлическими трубками диаметром до 20 *мм*.

Готовые кильблоки зачищают шкуркой и красят, а к ребрам выемок приклеивают полоски из бархата или войлока.

Многослойный способ («бутербродом»). Для постройки корпуса самоходной модели этим способом необходимо иметь несколько липовых досок, которые после соответствующей обработки по теоретическому чертежу явятся набором корпуса модели корабля.

Сначала на плотной бумаге вычерчивают в натуральную величину теоретический чертеж корпуса модели. Затем на теоретическом чертеже бока намечают ряд ватерлиний, расстояние между которыми зависит от толщины имеющихся в кружке липовых досок.

С бумаги ватерлинии переводят последовательно (от киля до верхней палубы) на доски. Затем по этим ватерлиниям вырезают из досок составные части корпуса. Разметку линий внутреннего выпила на досках делают из расчета величины модели и качества материала.

На рисунке 15 показаны нанесенные на доски ватерлинии и линии внутреннего выпила.

Заготовки из досок последовательно (начиная от киля) склеивают на казеиновом клею и прошплинтовывают дубовыми или березовыми шпильками. Когда клей просохнет, собранные заготовки корпуса модели подвергают обработке стамеской согласно теоретическому чертежу.

Для проверки правильности наружной обработки корпуса из толстого картона или фанеры вырезают контршаблоны по числу шпангоутов теоретического чертежа корпуса.

Для проверки внутренней обработки корпуса вырезают контршаблоны по шпангоутам с учетом толщины стенок корпуса.

Когда обработка корпуса модели будет закончена и проверена контршаблонами, в корпус врезают сделанные из фанеры водонепроницаемые переборки согласно предварительному расчету.

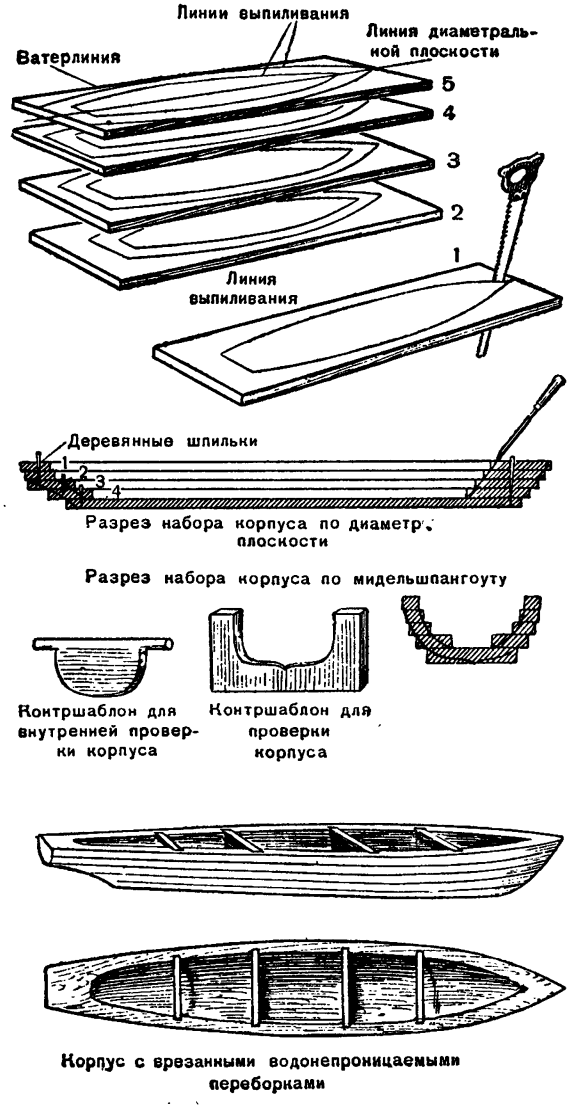


Рис. 15. Многослойный способ изготовления корпуса.

Обработанный корпус модели с вырезанными водонепроницаемыми переборками показан на рисунке 15, внизу.

Дальнейшую обработку корпуса производят так же, как и в предыдущем способе, то-есть зачищают, шпаклюют и красят.

Набор корпуса модели полосками фанеры по болванке («диагональная обшивка»). Для постройки корпуса модели этим способом моделист должен предварительно изготовить деревянную болванку. Болванку рекомендуется делать вышеописанным способом, то-есть склеивая ее из липовых досок, вырезанных по ватерлиниям, но обработанных только снаружи, без внутренних вырезов.

Болванку можно изготовить и из липовых брусков, но в этом случае очень сложна обработка обводов.

После обработки наружной поверхности болванки в ней вырезают пазы для набора шпангоутов и киля.

Для проверки обводов болванки согласно теоретическому чертежу корпуса модели из толстого картона или фанеры вырезают контршаблоны по числу шпангоутов, которые вы видите на рисунке 16, вверху.

Когда болванка готова, в ее пазы вставляют шпангоуты и килевую полосу, которую крепят с форштевнем и ахтерштевнем, вырезанными отдельно из брусков бука или березы.

Первой накладывается килевая полоса, выпиленная из фанеры толщиной 2 *мм*. Затем устанавливаются шпангоуты, каждый из которых склеивается из 1—1,5-миллиметровой фанеры. Общая толщина каждого шпангоута должна быть 5 *мм*.

В промежутках между шпангоутами устанавливается киль, собранный из липовых или сосновых брусков, и обрабатывается согласно контршаблонам.

В бруске болванки форштевня вырезается паз по обводам болванки, в которой ляжет обшивка.

На рисунке 16, вверху, показана обработанная болванка с вырезанными пазами для шпангоутов и киля, болванка с набором киля, шпангоутов и штевней и форштевень с выбранным пазом для обшивки.

Когда клей сборного киля и шпангоутов просохнет, приступают к обшивке корпуса. Перед началом обшивки болванку покрывают мокрой бумагой (во избежание приклеивания обшивки к болванке). Обшивку производят двумя слоями полосок фанеры, начиная со средней части корпуса и кончая носом и кормой. Для правильности наложения полосок на болванке проводят линии под углом в 45° по отношению к килю.

Полоски первого слоя обшивки временно крепят к килю и в местах пересечения шпангоутов. Каждая полоска второго слоя приклеивается и притирается к первому слою обшивки, после чего ее временно крепят металлическими мелкими гвоздями к килю по верхнему краю борта. В таком виде обшивка находится сутки (до полной просушки).

Перед снятием обшивки с болванки металлические гвозди вытаскивают и киль прошивают деревянными гвоздями, после чего обшивку зачищают.

На рисунке 16, внизу, показана обшивка корпуса, снятая с болванки без стрингеров, бимсов и переборок.

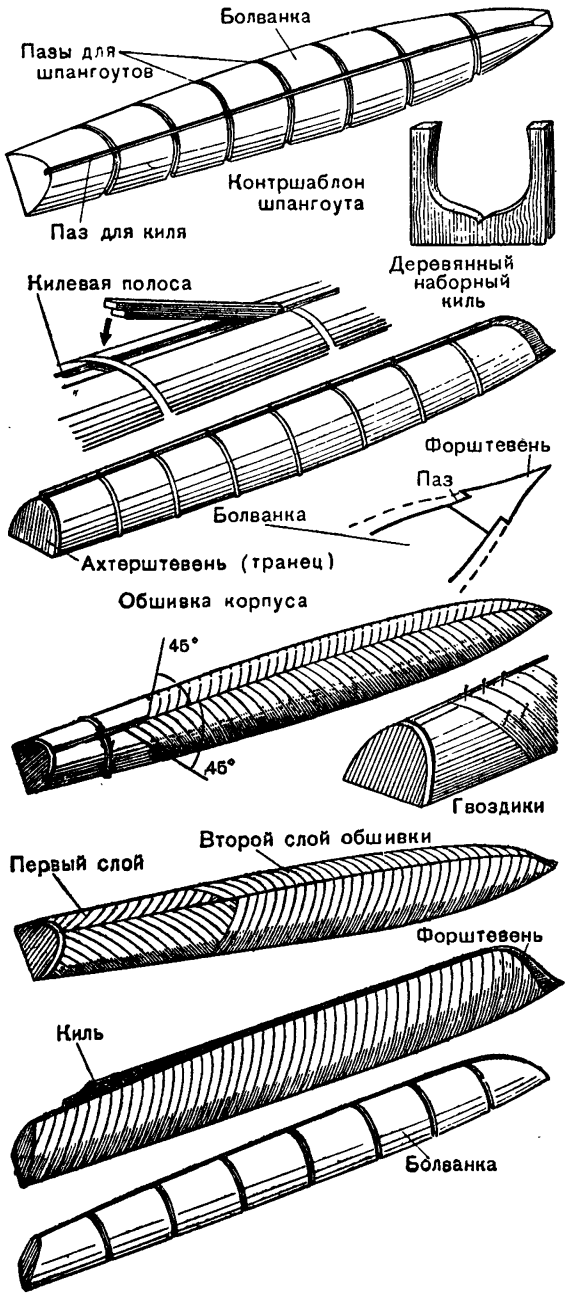


Рис. 16. Способ изготовления корпуса модели фанерными полосками на болванке.

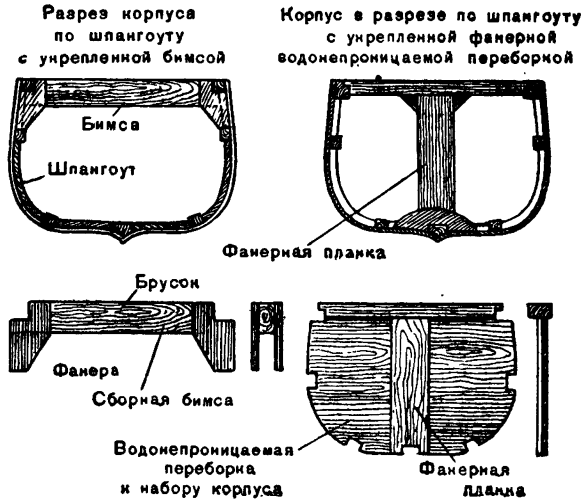


Рис. 17. Конструкция бимсы и водонепроницаемой переборки.

Сняв обшивку с болванки, вырезают стрингеры по шпангоутам и вставляют их в корпус (рекомендуется в корпус ставить не меньше шести стрингеров). Стрингеры крепят к корпусу на казеиновом клею, а в местах пересечения со шпангоутами дополнительно вбивают металлические гвозди.

Затем к шпангоутам крепят сборные бимсы и водонепроницаемые переборки, сделанные из полуторамиллиметровой фанеры (рис. 17).

Дальнейшую обработку корпуса производят так же, как и в предыдущем способе (то-есть зачищают, шпаклюют, снова зачищают и красят).

Изготовление надстроек моделей судов. Изготовление надстроек моделей судов составляет большой комплекс работ, связанный с различными процессами обработки дерева, металла, а также монтажа отдельных технических узлов и деталей. Правильное и качественное изготовление надстроек модели и выполнение их в соответствии с надстройками настоящего корабля имеет большое значение в постройке всей модели.

К надстройкам моделей предъявляется ряд серьезных требований: для обеспечения наибольшей остойчивости корабля они должны быть по возможности легки, а для обеспечения меньшей сопротивляемости на ходу — более обтекаемы. Необходимо также, чтобы надстройки соответствовали

масштабу корпуса модели и были правильно установлены.

Качество изготовления надстроек во многом зависит от правильного подбора строительного материала и способов изготовления отдельных деталей. Большинство надстроек изготовляется по частям и устанавливается на модель в собранном виде.

В этой главе описывается изготовление наиболее характерных надстроек, судовых устройств и корабельного вооружения.

На рисунке 18 показана наиболее распространенная конструкция надстройки, сделанной из фанеры.

Согласно рабочему чертежу вырезают заготовки верхней палубы и бортов надстройки и делают заготовку реек. Перед склейкой фанерные заготовки зачищают мелкой шкуркой, а рейки простругивают и хорошо подгоняют те грани, которые предназначены для крепления палубы с бортами.

Склейку надстройки производят на казеиновом клею. Для большей прочности надстройки ее дополнительно крепят мелкими шурупами или гвоздиками.

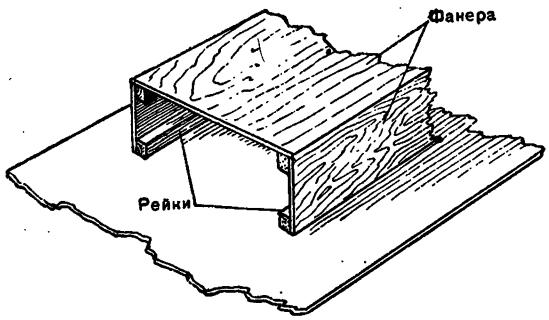


Рис. 18. Конструкция надстройки.

Окончив склейку надстройки, ее зачищают, шпаклюют, сушат, опять зачищают и два-три раза красят (рекомендуется после первой покраски надстройки зачистить ее поверхность мелкой шкуркой и только после этого красить второй раз).

Когда надстройка будет готова, ее устанавливают и укрепляют на палубе модели корабля.

На рисунке 19 показана конструкция рубки. В отличие от конструкции обыкновенной надстройки рубка имеет обтекаемую верхнюю палубу и полукруглые борта.

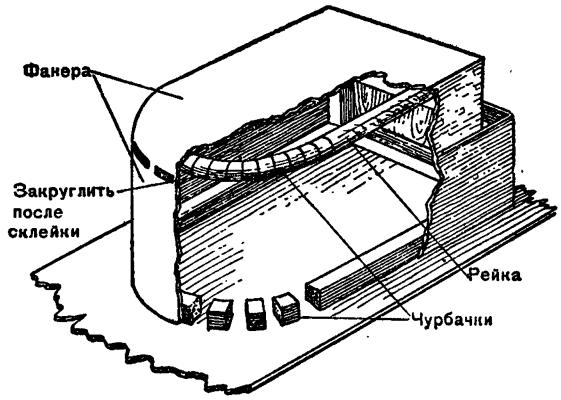


Рис. 19. Конструкция рубки модели корабля.

Для склеивания основных частей рубки применяют дополнительные заготовки — брусочки дерева, нарезанные из реек. Эти брусочки склеивают с рейками согласно обводам конструкции рубки.

Затем острым ножом срезают ребра брусочков и постепенно их закругляют. Полученные закругления необходимо зачистить наждачной шкуркой. Заготовки из реек и брусочков крепят на казеиновом клею и шпильках к верхней и нижней палубе и дают им просохнуть. После этого устанавливают заготовку бортовой обшивки и склеивают ее с верхней палубой. Шов верхней палубы зачищается шкуркой и шпаклюется. Дальнейшая обработка та же, что и у надстройки.

На рисунке 20,*а* изображено изготовление трубы.

Каркас трубы делают из трех кусков фанеры, которые собираются с помощью пропилов. Перед сборкой каркаса на ребрах верхней части заготовок делают 3—4-миллиметровые выпилы, куда вставляют козырек трубы. Заготовки каркаса зачищают и собирают на клею.

Выкройка или заготовка трубы и козырька трубы предварительно вычерчивается на плотной бумаге и проверяется по каркасу трубы. Только после этого можно приступить к разметке трубы и козырька трубы на фанере или жести. Затем трубу собирают.

Готовую трубу зачищают, шпаклюют и красят. После того как труба высохнет, на нее наклеивают отличительные цветные пояса, которые вырезают из цветного

тонкого плексигласа, аккуратно выкрашенной фанеры или цветной плотной бумаги.

Изготовление стопора якоря для цепи изображено на рисунке 20,*б*. Стопор состоит из подушки и рычага. Подушка изготовляется из твердого дерева (бук, береза) или легко обрабатываемого металла, а рычаг — из гвоздя или проволочки. Внизу к рычагу припаивают болт, который служит для крепления рычага в подушке.

Подушку устанавливают на палубе, пропускают в паз якорную цепь и расстопоривают одно из звеньев болтом.

Стопор и все якорное устройство красят в черный цвет.

Изготовление кнехта показано на рисунке 20,*в*. Заготовка тумб и подушки из дерева твердых пород делается отдельно. Для сборки кнехта в подушке сверлят отверстия, в которые на клею устанавливают тумбы. Кнехты укрепляются на палубе при помощи клея и шпилек.

Киповые планки легко сделать по рисунку 20,*г*. Их изготовляют из легко обрабатываемого металла или дерева — бука, березы.

Киповые планки обычно крепятся на палубе при помощи двух шпилек и окрашиваются в черный цвет.

Изготовление якоря показано на рисунке 21,*а*. Части якоря: веретено, скобу, соединительные болты и коробку — делают отдельно. Веретено, скобу и соединительные болты изготовляют из металла, а коробку из липы. Коробку и якорную скобу крепят с веретеном при помощи соединительных болтов (болты свободно ходят в отверстиях веретена и туго сидят в коробке и скобе). Якорь окрашивается в черный цвет.

На рисунке 21,*б* показан спасательный плотик. Изготовляют его из фанерных и липовых заготовок.

Из фанеры делается днище плотика и ребра жесткости (они же банки для сидения матросов и пассажиров).

Заготовка для воздушной оболочки плота изготовляется из отрезка липовой доски. На липовой доске делают разметку воздушной оболочки, после чего высверливают или выдалбливают середину. Затем липовую заготовку зачищают шкуркой и крепят к фанерной заготовке на клею при помощи двух или четырех шпилек. После этого ее окончательно зачищают и красят.

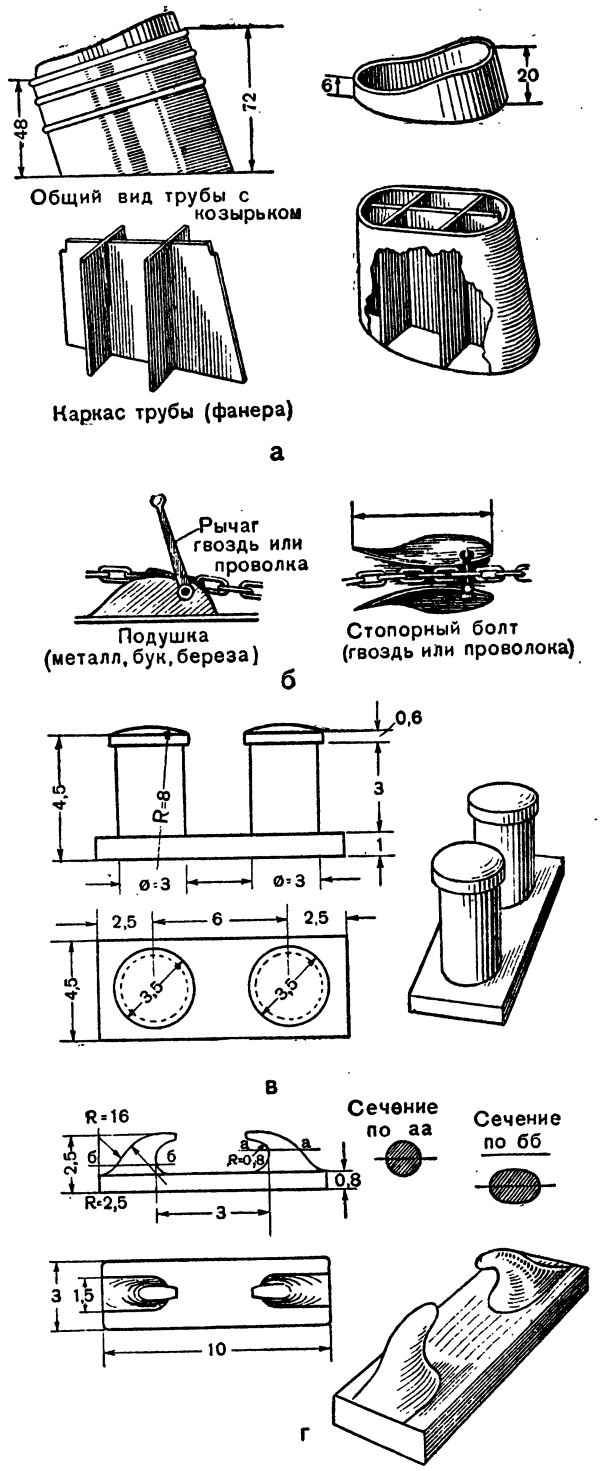


Рис. 20. Надстройки кораблей: труба, стопор якоря, кнехт и киповая планка.

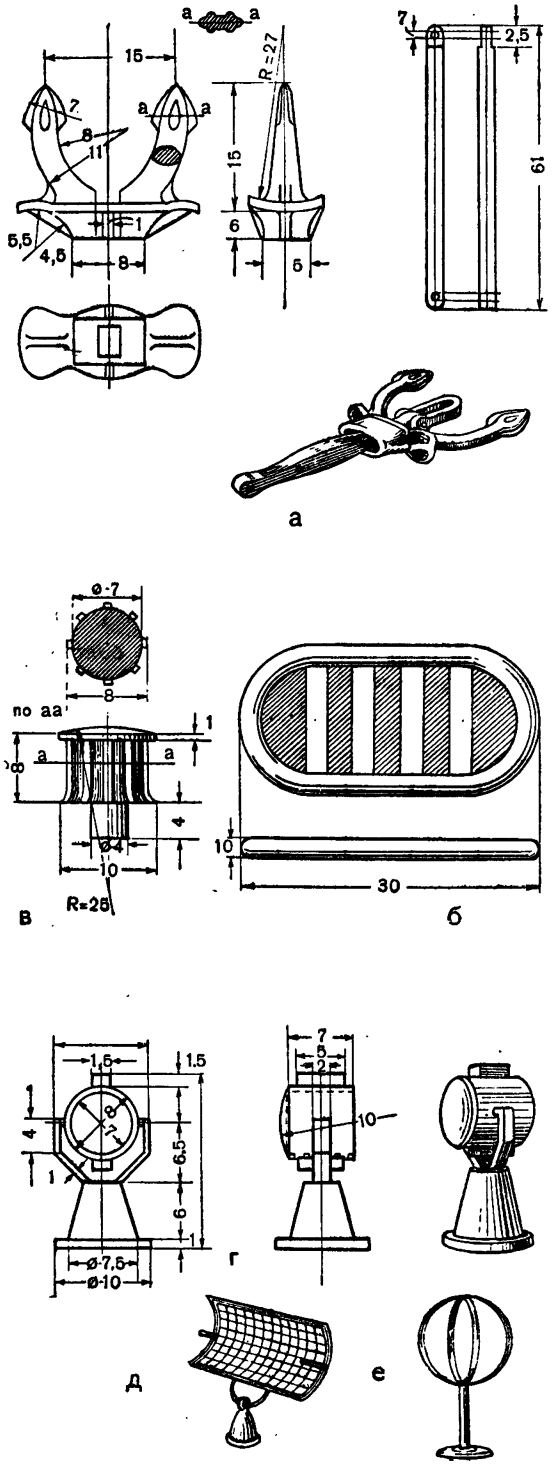


Рис. 21. Надстройки кораблей: якорь, плотик, шпиль, прожектор и антенны.

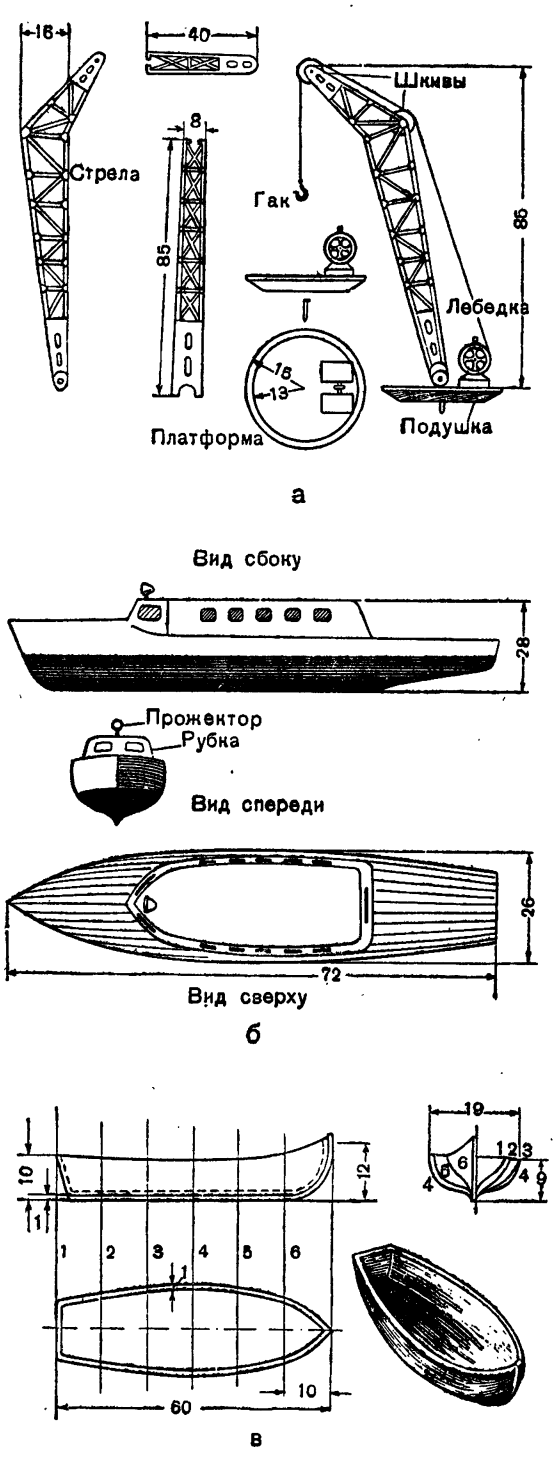


Рис. 22. Надстройки кораблей: кран, катер и шлюпка.

Шпиль точат из твердых пород дерева. Но его можно вырезать и ножом из куска липы. В качестве ребер на шпиль наклеивают полоски фанеры или деревянные планки. Красят шпиль в черный цвет (рис. 21,*в*).

На рисунке 21,*г* показан корабельный прожектор. Его размеры даны в масштабе 1 : 100. Состоит он из тумбы и прожектора. Прожектор вытачивается из дюралюминия или из твердых пород дерева (бука и березы) и устанавливается на деревянной тумбе при помощи шпильки.

Красится прожектор в черный цвет.

На рисунке 21,*д* показана антенна радиолокатора. Ее размеры даны в масштабе 1 : 100.

Антенна крепится на тумбе конической формы, выточенной из твердого дерева — бука, березы.

Антенну изготовляют из проволоки двух диаметров: из толстой проволоки (1 *мм*) делают рамку радиолокатора, а из тонкой (0,2—0,4 *мм*) плетут сетку. По окончании изготовления сетки ее припаивают к рамке радиолокатора.

Антенну красят в черный цвет и крепят к тумбе при помощи проволоки или шпильки.

Антенну радиопеленгатора (рис. 21,*е*) изготовляют из проволоки. Толщина проволоки выбирается в зависимости от масштаба модели. Красят радиопеленгатор под цвет основных надстроек.

На рисунке 22,*а* показана модель корабельного крана в собранном и разобранном виде (масштаб 1 : 100). Кран состоит из следующих частей: платформы, стрелы, лебедки, шкивов, гака и штыря.

Платформу делают из двух круглых заготовок: одна из них изготовляется из 2-миллиметровой фанеры диаметром 19 *мм*, другая — из 3—4-миллиметровой диаметром 15 *мм*. Фанерные заготовки скрепляют при помощи клея. В центре платформы шилом делают отверстие для штыря.

Стрелу делают из фанерных или целлулоидных заготовок по размерам, указанным на чертеже. Сборку заготовок лучше всего производить на липовых брусочках (они будут служить болванкой), вырезанных и обработанных согласно размеру стрелы с учетом толщины стенок стрелы.

Для склейки целлулоида применяется ацетон или аэролак первого покрытия (эмалит).

Лебедку вытачивают из твердых пород дерева или легко обрабатываемого металла и крепят на подушке, вырезанной из 3-миллиметровой фанеры. Шкивы вытачивают из металла толщиной 4 *мм*. Гак делают из толстой медной проволоки.

Сборку крана производят в следующей последовательности: к платформе крепят на клею подушку лебедки и к ней лебедку, а к стреле крепят штырь и два шкива. Затем при помощи штыря на платформе устанавливают стрелу, а к гаку привязывают суровую нитку и, пропустив ее через шкивы, крепят на лебедке.

На рисунке 22,*б,в* показаны корабельный катер и корабельная шлюпка. Их корпуса изготовляются из липы согласно указанным размерам (масштаб 1 : 100). Прожектор для катера вытачивают из металла. Шлюпочный чехол вырезают из плотной белой бязи и наклеивают на шлюпку.

На рисунке 23,*а* показано устройство бортового отличительного огня. Отличительный огонь состоит из сектора (щита) и фонаря. Сектор изготовляют из белой жести или целлулоида. Фонарь

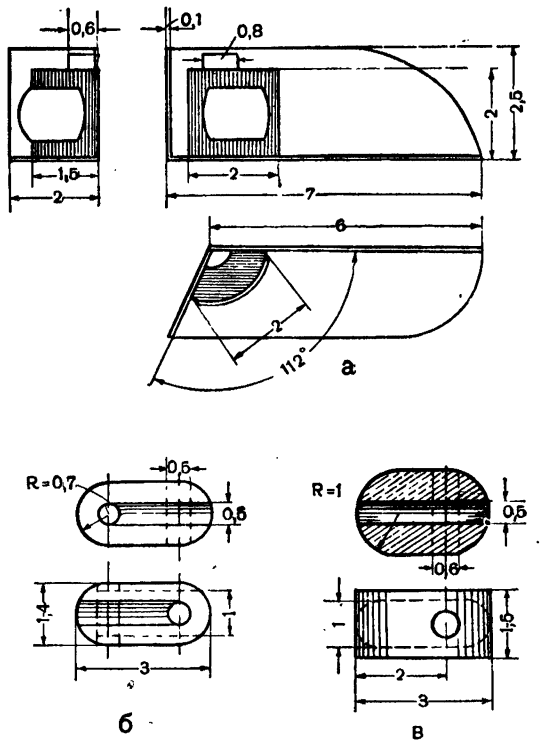


Рис. 23. Устройство фонаря и блоков.

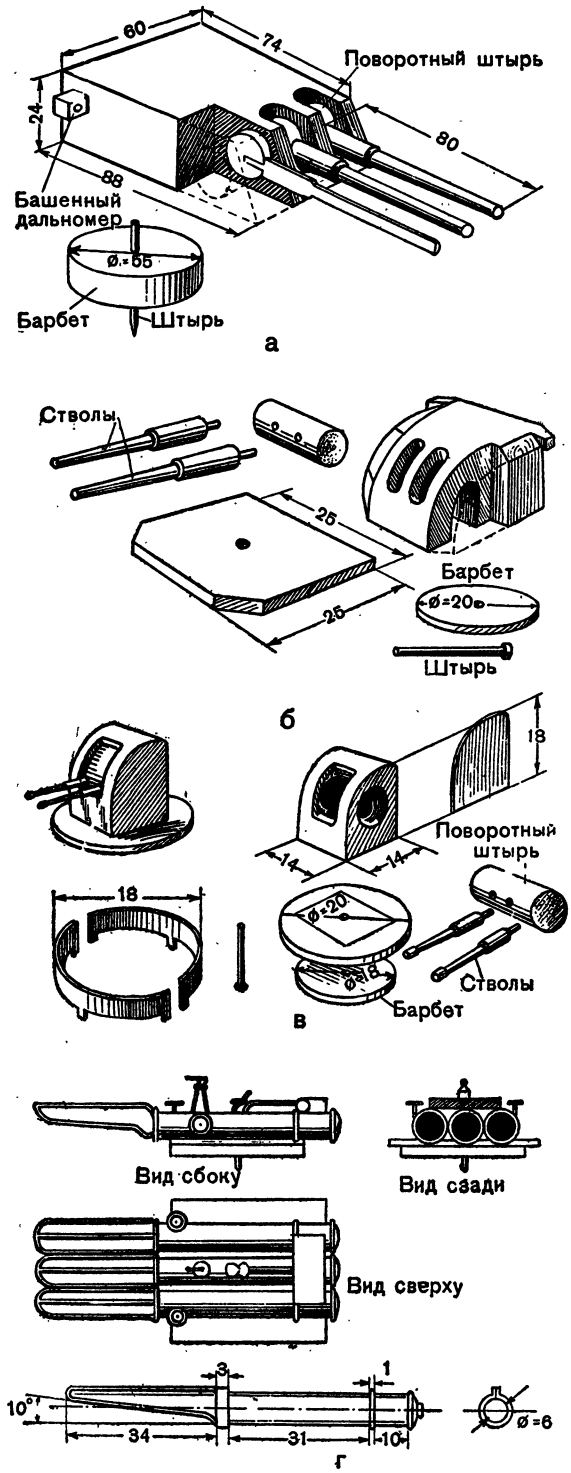


Рис. 24. Корабельное вооружение для моделей.

делают из липы. Если фонарь действующий, то вначале в сектор подводят провода для питания лампочки. Лампочку прикрывают щитом с окошечком. С правого борта ставится зеленое стекло, с левого — красное.

На рисунке 23,*б,в* показан антенный изолятор и блок для талей шлюпбанки. В качестве антенных изоляторов моделисты берут бусинки соответствующего размера. Блок для талей изготовляют из липы.

На рисунке 24,*а* показано устройство модели башни главного калибра. Размеры ее даны в масштабе 1 : 100. Модель башни главного калибра состоит из следующих частей: барбета, корпуса башни, поворотного штыря, трех стволов, башни дальномера и штыря для барбета.

Все детали башни, за исключением штыря барбета, изготовляются из дерева.

В корпусе башни, изготовленном из липового бруска, сверлят четыре отверстия: первое диаметром 18 *мм* для поворотного штыря, второе (по диаметру гвоздя) для штыря барбета, а третье и четвертое по 5 *мм* для установки дальномера. Отверстие для поворотного штыря надо сверлить в корпусе башни, когда она еще не обработана и в ней не сделаны пазы для стволов орудий.

Поворотный штырь вытачивают из бука или березы. Перед тем как вставлять штырь в корпус башни, в нем сверлят три отверстия диаметром 3—5 *мм* и глубиной 8—10 *мм* для крепления стволов. Стволы вытачивают из твердого дерева (бука, березы).

Башенный дальномер делают также из дерева. Для установки башенного дальномера в корпусе башни сверлят или долбят отверстия.

Сборку деталей башни производят после окончательной их обработки. Готовую башню красят, сушат, а затем крепят на палубе корабля.

На рисунке 24,*б, в* приводится устройство моделей башен среднего калибра и установки зенитного автомата. Они делаются так же, как и башня главного калибра. Масштаб модели башни среднего калибра и установки зенитного автомата 1 : 100 от натуры.

На рисунке 24,*г* дано устройство модели торпедного аппарата. Модель торпедного аппарата состоит из тумбы, трех стволов (количество стволов можно увели-

чить до 5), оптического прицела, боевой тяги и поворотного штыря.

Стволы вытачивают из дерева (бука). Если стволы изготовляются на токарном станке, рекомендуется точить их из одной заготовки (это сократит затрату времени на их изготовление).

Тумбу изготовляют из фанерных заготовок толщиной 3 *мм*. Фанерные заготовки склеивают, и в них крепят поворотный штырь (гвоздь).

Оптический прицел и боевая тяга изготовляются из дерева и проволоки, но их можно сделать и из пластмассы.

Сборку модели торпедного аппарата производят в такой последовательности. Сначала крепят стволы между собой, затем на них устанавливают штурвалы и боевую тягу. После этого на поворотный штырь (гвоздь) насаживают средний ствол согласно чертежу (при четном количестве стволов поворотный штырь крепится между средними стволами).

Окончательно отделанную модель крепят на палубе корабля согласно чертежу.

На рисунке 25,*а* изображена модель корабельного самолета (гидросамолета). Она состоит из фюзеляжа, крыльев, поплавков, винта, руля высоты и руля поворота. Рекомендуется фюзеляж изготовлять из липы, а остальные части из твердых пород дерева (бука, березы). Размеры гидросамолета даны в масштабе 1 : 200 от натуры.

На рисунке 25,*б* показано устройство катапульты. Катапульта предназначена для выбрасывания корабельного самолета при взлете его с корабля. Устанавливается она на моделях крейсеров, ледоколов, линейных кораблей и больших транспортных судов.

Модель катапульты состоит из следующих частей: двух боковых ферм, двух нижних ферм, основания, платформы и штыря. Платформа изготовляется из 2 фанерных кругов толщиной 3 *мм* и 40 шпилек, нарезанных из стальной проволоки диаметром 1 *мм*.

Нижний круг основания вырезают диаметром 25 *мм*. Диаметр верхнего круга — 20 *мм*. На нижний круг насаживают по окружности диаметром 20 *мм* 40 шпилек с таким расчетом, чтобы снаружи оставался свободный конец 9—11 *мм*. После этого в нижнюю часть платформы вставляют штырь, который и накрывают верхним кругом.

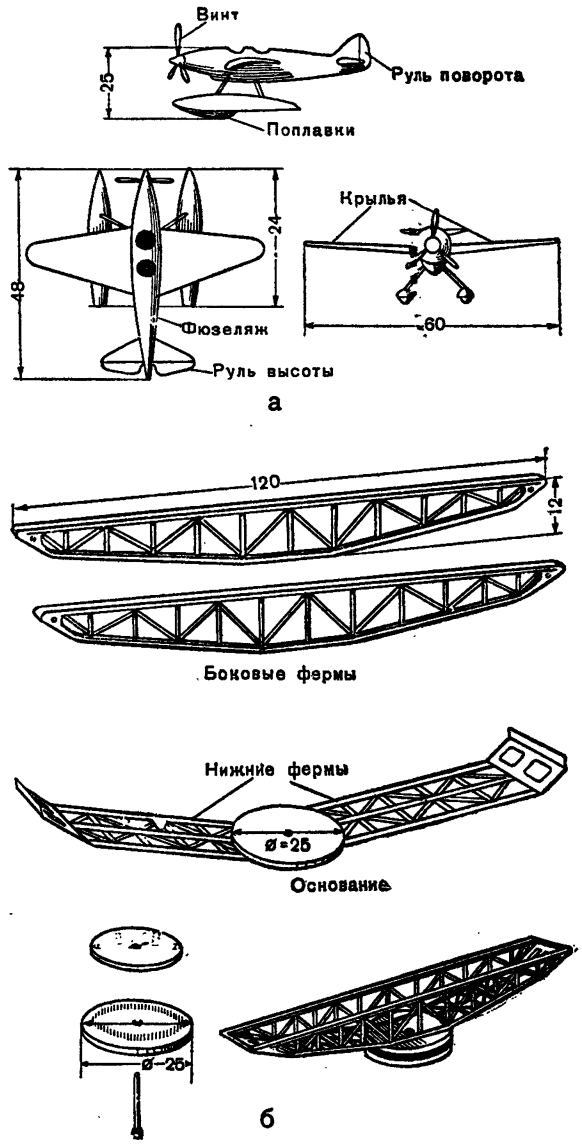


Рис. 25. Самолет и катапульта для моделей судов.

Фермы набираются из целлулоидных или фанерных пластинок толщиной 3—4 *мм* и длиной 12—14 *мм*.

Собирают катапульту в следующем порядке: на штырь надевают платформу, затем на нее, пропуская в отверстие основания штырь, ставят нижнюю конструкцию ферм, а к ним и основанию крепят на клею боковые фермы. Размеры катапульты даны в масштабе 1 : 100 от натуры. Красят катапульту в черный цвет.

ДВИГАТЕЛИ ДЛЯ МОДЕЛЕЙ

В моделях судов и кораблей применяют самые разнообразные двигатели. В простейших моделях наиболее распространенным двигателем является резиномотор; в более сложных моделях чаще всего применяются электромотор и дизель. Юные техники ставят в моделях и такие двигатели: часовой механизм, паровую турбину и реактивный. Выбор двигателя зависит главным образом от класса модели, ее размеров и назначения, а также от возможностей кружка.

В этой главе мы рассмотрим конструкции некоторых из них.

РЕЗИНОМОТОР

На рисунке 26,*а* показан правильно подобранный резиномотор для модели. На этом рисунке резиномотор показан в натянутом (рабочем) положении перед запуском модели.

Часто кружковцы, чтобы получить наибольшую продолжительность работы мотора, увеличивают длину резины. Такого же результата можно добиться, применив резиномоторы с шестеренчатыми передачами (демультипликаторы). С помощью шестеренок соединяют несколько резиномоторов, отдающих свою энергию на вращение общего гребного винта.

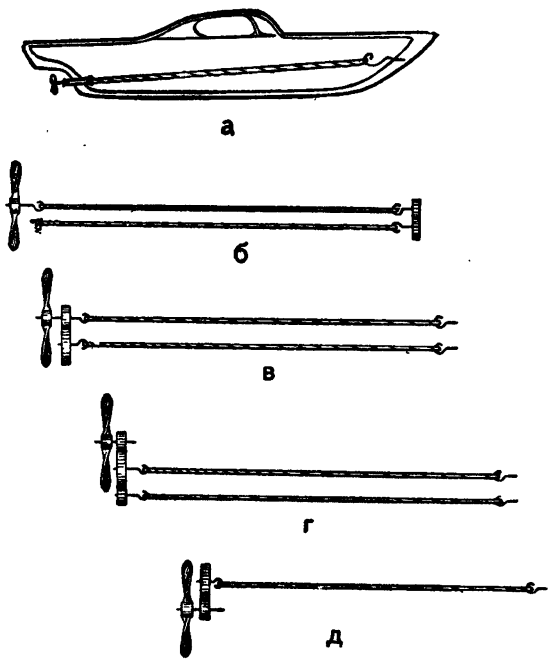


Рис. 26. Конструкции резиномоторов.

На рисунке 26 показано несколько конструкций шестеренчатых передач. Передача, изображенная на рисунке 26,*б*, состоит из двух шестеренок и двух резиномоторов. Этот способ передачи самый простой и наиболее надежный. Так как крутящий момент уравновешен, потеря мощности на трение в шестернях очень незначительна.

Передача, изображенная на рисунке 26,*в*, состоит также из двух шестеренок и двух резиномоторов. Но соединение шестеренок иное. Такое соединение обеспечивает более мощный завод резиномотора и дает возможность получить большой крутящий момент.

Приведенные на рисунке 26,*д* конструкции шестеренчатых передач применяются для скоростных моделей и моделей подводных лодок, для которых требуется большой начальный крутящий момент.

Передача, изображенная на рисунке 26,*г*, состоит из двух больших и одной малой шестерни. Такая конструкция повышает число оборотов и увеличивает продолжительность действия резиномотора.

Продолжительность работы резиномотора при наличии одной резинки можно изменять за счет подбора различных шестерен. Для этого берут две — большую и малую — шестерни. Соединив резину с большой шестерней, мы тем самым увеличим число оборотов гребного винта, а соединив ее с малой шестерней — увеличим продолжительность его работы. На соревнованиях простейших моделей судов моделист, используя эту конструкцию шестерен, может запустить модель на дальность, соединив резиномотор с малой шестерней, и на скорость, соединив его с большой шестерней.

ПРУЖИННЫЕ ДВИГАТЕЛИ

В качестве таких двигателей можно использовать пружинные механизмы старого будильника или пружинные механизмы из набора «Конструктор» № 4. На рисунке 27 показаны общий вид и конструкция пружинных двигателей.

Пружинные механизмы имеют небольшой крутящий момент (мощность на валу). Для

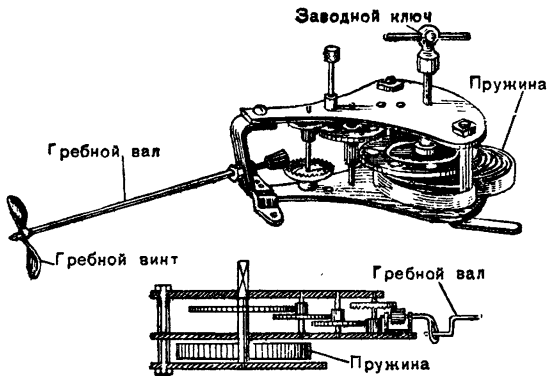


Рис. 27. Конструкция пружинных двигателей.

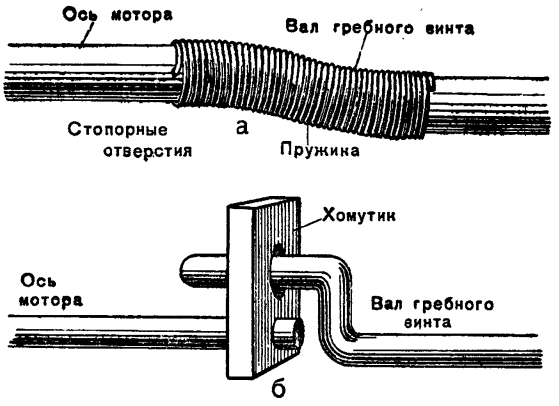


Рис. 28. Способы соединения вала двигателя с гребным валом.

того чтобы не уменьшать и без того малую мощность двигателя, необходимо устанавливать механизмы в корпусе модели так, чтобы вал пружинного механизма и вал гребного винта были расположены на одной прямой. Если же это сделать невозможно, валы соединяют с помощью пружинки (гибкого промежуточного валика) (рис. 28,*а*) или при помощи хомутиков (рис. 28,*б*).

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ДВИГАТЕЛИ

Электрические моторчики — самые распространенные двигатели на самоходных моделях судов.

Чаще всего моделисты применяют электромоторчики постоянного тока на 8—14 *в*. Источником питания для них служат батарейки карманного фонаря или небольшие аккумуляторы. На рисунке 29 показан один из способов включения моторов модели.

Количество батареек зависит от мощности устанавливаемого моторчика. Если для работы электромотора требуется несколько батареек, их соединяют либо последовательно, либо параллельно. Описание электромотора дается в главе «Электротехнический кружок».

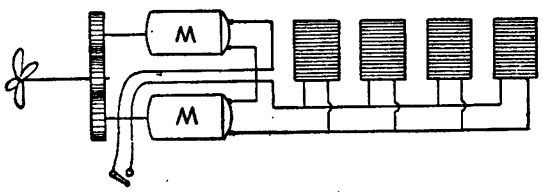


Рис. 29. Схема электроцепи в модели.

Для больших моделей кораблей и судов длиной от 1 500 до 3 000 *мм* применяются более мощные электромоторчики — до 24 *в*. Источниками питания для них служат щелочные или кислотные аккумуляторы или сухие элементы большой емкости (например, типа ЗС—Л—30).

КОМПРЕССИОННЫЕ ДВИГАТЕЛИ

Несмотря на то, что в морском моделестроении электромоторы зарекомендовали себя с лучшей стороны, в последнее время они начинают уступать место новым двигателям — компрессионным.

Центральная морская модельная лаборатория ДОСААФа разработала, изготовила и испытала ряд компрессионных моторов для моделей судов. Один из них в настоящее время получил наибольшее распространение. Это компрессионный двигатель Б-51 конструкции С. Башкина.

Двигатель Б-51 устанавливается на моделях морских судов, предусмотренных Всесоюзной классификацией морских моделей. На проведенном в 1952 году конкурсе двигателей для морских моделей он занял первое место.

Характеристика этого двигателя следующая: число цилиндров — 1; рабочий объем цилиндра — 9,42 *см*^{3}; диаметр поршня — 20 *мм;* ход поршня — 30 *мм;* максимальная

мощность — 0,3 *л.с.;* число оборотов при максимальной мощности — 5 800; охлаждение — водяное; зажигание — самовоспламеняющееся от компрессии; расход горючего — 650 *г* в час.

На рисунке 30 дан продольный разрез компрессионного двигателя Б-51 с расходным бачком.

Компрессионный двигатель Б-51 специально сконструирован для морских моделей. Он выгодно отличается от существующих двигателей простотой крепления к корпусу модели судна, удобством и доступностью частей управления, а также тем, что его маховик надежно насажен на вал мотора.

По сравнению с другими компрессионными двигателями двигатель С. Башкина упрощен. Картер двигателя имеет объемную верхнюю часть, выполняющую роль нижней рубашки цилиндра. В ней находятся перепускной канал и отверстия для двух выхлопных и одного всасывающего патрубков. Выхлопные патрубки имеют круг-

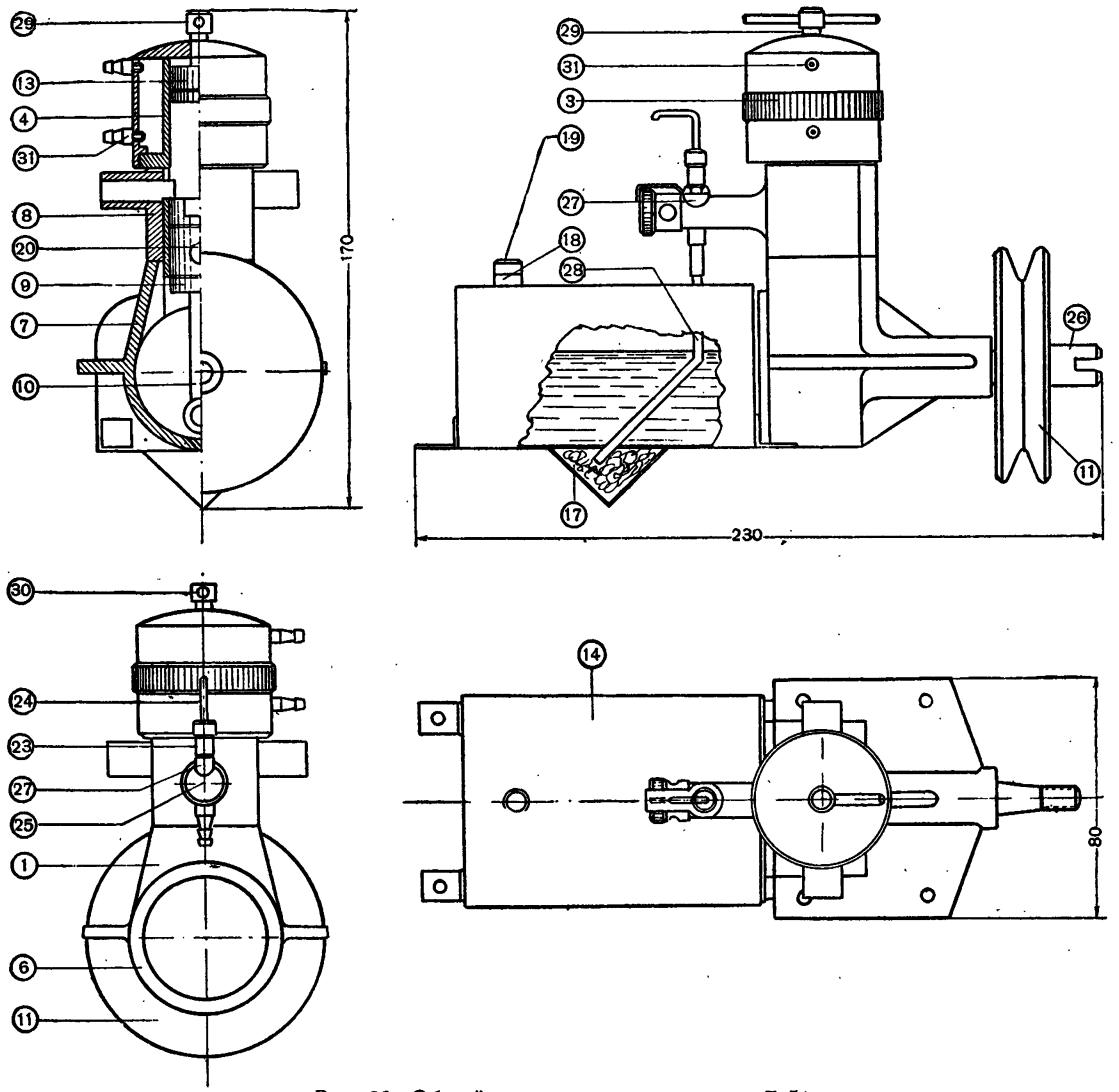


Рис. 30. Общий вид и детали двигателя Б-51.

1 — картер; *2* — коленчатый вал; *3* — рубашка цилиндра; *4* — гильза цилиндра; *5* — подшипник; *6* — крышка картера; *7* — прокладка; *8* — сцециальная деталь; *9* — поршень; *10* — шатун; *11* — маховик; *12* — прокладка; *13* — контрпоршень; *14* — бак в сборе; *15* — развертка бака; *16* — боковые стенки бака; *17* — фильтр-отстойник; *18* — горловина бака; *19* — пробка горловины; *20* — поршневой палец; *21* — футорка; *22* — жиклер; *23* — специальная гайка; *24* — игла жиклера; *25* — дроссель; *26* — специальная гайка; *27* — фиксатор; *28* — трубка; *29* — винт специальный; *30* — рукоятка винта; *31* — ниппель; *32* — крепежный винт; *33* — чека; *34* — гайка 3 × 0,5.

лое сечение, что очень удобно для отвода выхлопных газов через резиновые трубки, которые выходят за борт, или в дымовые трубы модели.

Цилиндр выполнен в виде гильзы с утолщенным пояском в средней части, который выполняет роль фланца и служит для крепления цилиндра к картеру и рубашке водяного охлаждения.

Карбюратор взят с двигателя для авиамоделей К-16, зарекомендовавшего себя наиболее простым и безотказным в работе.

Бачок для горючего сделан из жести, но он может быть изготовлен и из другого материала.

Для выравнивания крутящего момента на валу двигателя имеется маховик. По окружности маховика расположена канавка, в которую укладывается (наматывается)

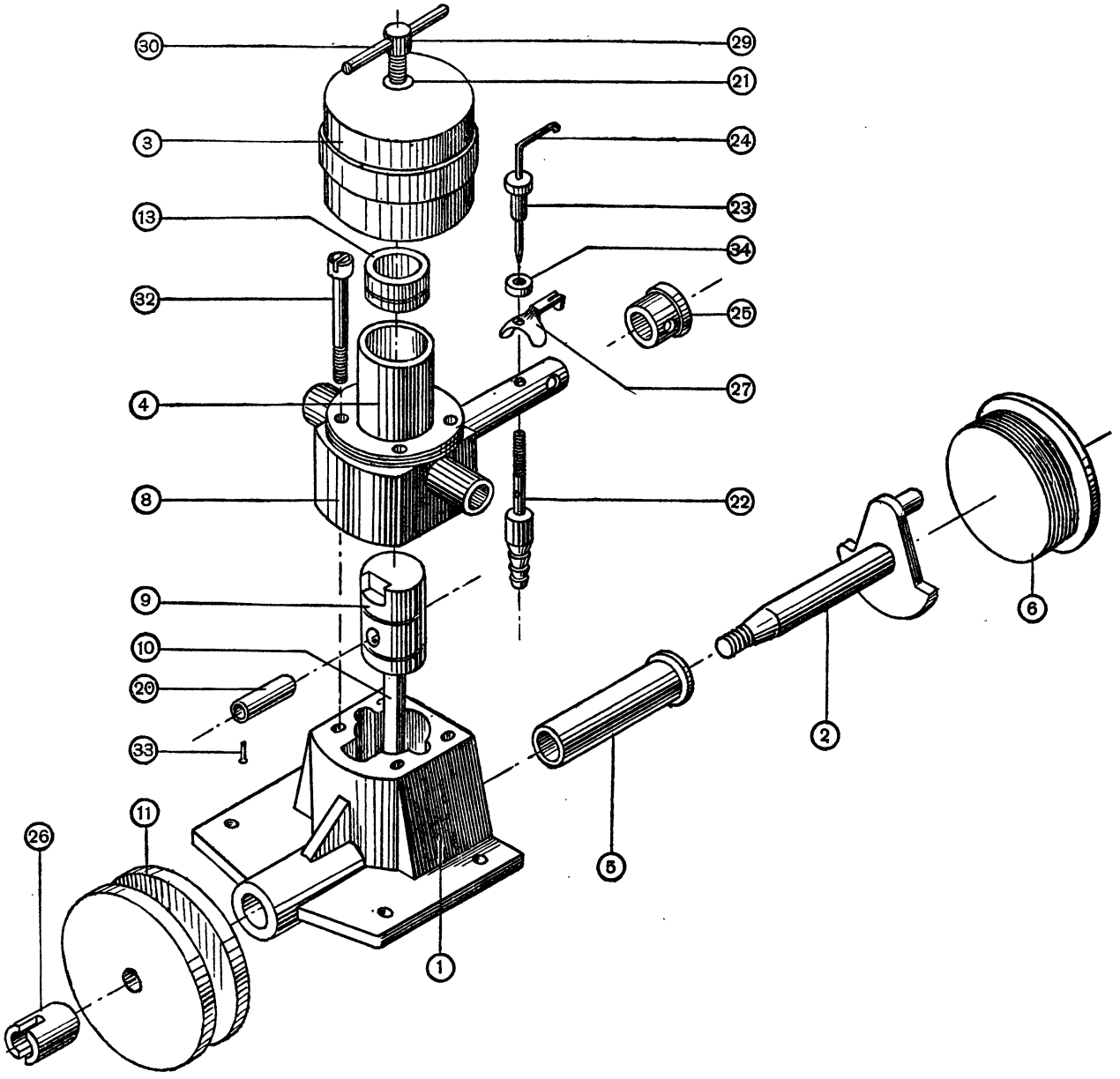


Рис. 31. Детали двигателя Б-51.

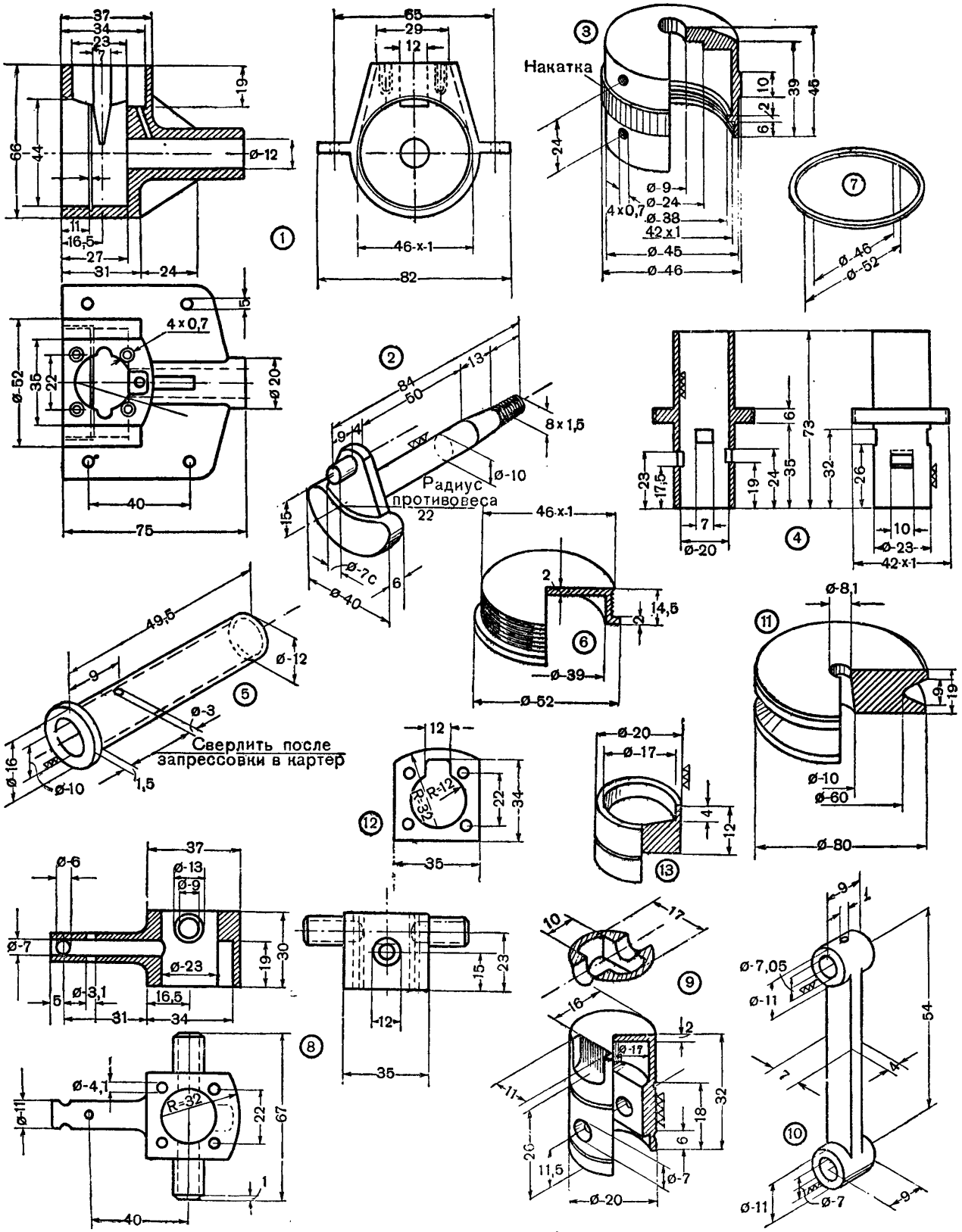


Рис. 32. Детали двигателя Б-51.

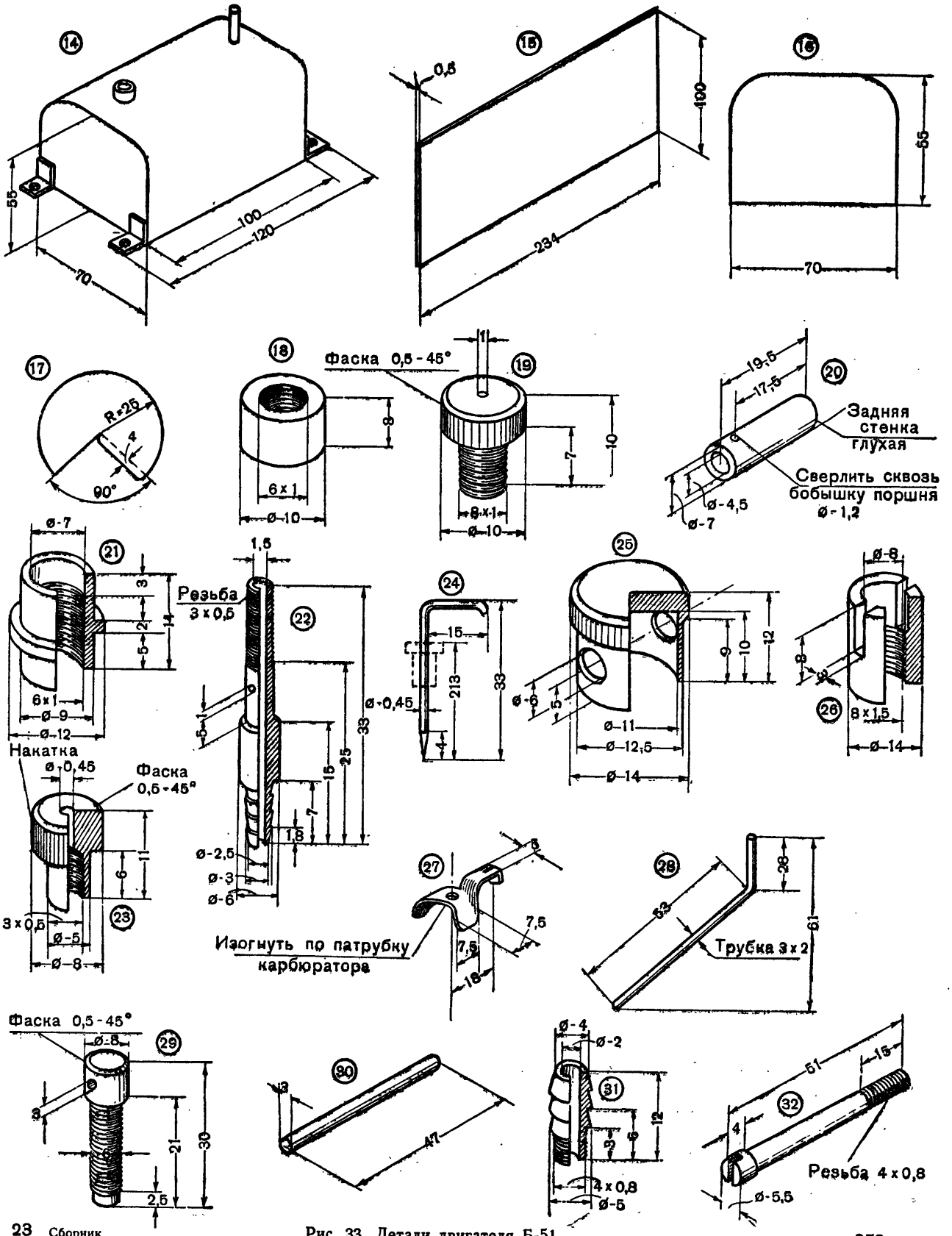


Рис. 33. Детали двигателя Б-51.

перед запуском шнурок, с помощью которого запускают двигатель. Охлаждение двигателя — водяное. Вода заливается через штуцер в рубашку цилиндра. При беспрерывной работе двигателя (свыше 15—20 *мин.*) необходимо предусмотреть циркуляцию воды.

Смазку двигателя производят маслом, которое добавляется в горючее по нескольку капель. При сгорании горючего масло осаждается на стенках цилиндра и смазывает все части двигателя.

Для работы двигателя можно применить три смеси:

1-я смесь: керосин — 4 части,
бензин (1-й сорт) — 3 части,
масло МК — 3 части;

2-я смесь: автобензин (2-й сорт) — 6 частей;
автол — 4 части;

3-я смесь: керосин — 4 части,
эфир — 3 части,
масло МК — 3 части.

Воспламенение горючей смеси в моторе происходит путем сжатия ее в камере сгорания. Первые вспышки появляются при степени сжатия в 16. Для устойчивой работы и регулирования количества оборотов двигателя камера сгорания сделана с переменной степенью сжатия. Нормальный режим работы обеспечивается при степени сжатия около 20.

Изготовление двигателя показано на чертежах (рис. 31, 32, 33).

ДВИГАТЕЛЬ Ф-21

На рисунке 34 изображено устройство компрессионного мотора ЦММЛ-Ф-21. Устройство этого двигателя то же, что и у компрессионного мотора Б-51.

Остановимся на принципе действия этого мотора.

При вращении коленчатого вала за маховик поршень начинает перемещаться в цилиндре вверх и вниз. При движении поршня вверх под ним, то-есть в кривошипной камере *(4)*, закрытой в это время со всех сторон, давление падает. Этот момент используется для всасывания рабочей смеси (рабочей смесью называется смесь паров горючей жидкости с воздухом).

У данного мотора всасывание происходит через смесительную трубку карбюратора (*18*). Как только отверстие смесительной трубки приоткроется поршнем *(10)*, наружный воздух с большой скоростью стремится заполнить разреженное пространство в кривошипной камере. Проходя по трубке (также с большой скоростью), он понижает в ней давление, делая его меньше атмосферного. В результате из отверстия жиклера начинает течь горючее, подаваемое из расходного бака за счет разницы давлений наружного и движущегося около жиклера воздуха.

Капельки истекающего горючего подхватываются проходящим воздухом, распыляются до мельчайшего тумана, испаряются и, перемешиваясь с воздухом, образуют рабочую смесь, способную гореть.

Всасывание воздуха длится до момента перекрытия поршнем отверстия смесительной трубки. Поршень, продолжая двигаться вниз, сжимает рабочую смесь. Немного не доходя до конца, то-есть до нижней мертвой точки, поршень открывает продувочное окно цилиндра, соединенное с полостью кривошипной камеры, и сжатая рабочая смесь устремляется по каналу, наполняя цилиндр. Поступление рабочей смеси продолжается и в начале движения поршня вверх вплоть до закрытия поршнем продувного окна. Продолжая свое движение вверх, поршень сжимает рабочую смесь. От высокой температуры, образовавшейся вследствие сжатия, рабочая смесь самовоспламеняется, быстро сгорает, выделяя большое количество тепла, от которого газы расширяются. Поршень, прошедший к этому времени верхнюю мертвую точку, с большой скоростью и под большим давлением устремляется вниз, сжимая новую порцию свежей смеси в кривошипной камере, и дает сильный импульс тяжелому маховику. Затем скорость поршня гаснет до нуля и маховик, связанный с поршнем шатунно-кривошипной системой, приобретает запас количества движения. Этот запас расходуется постепенно и позволяет маховику не только повернуть всю кривошипно-шатунную систему с поршнем вновь на 180° до следующего рабочего хода, но и произвести полезную работу.

В конце рабочего хода, когда поршень своим верхним обрезом приоткрывает выпускное отверстие *(22)*, происходит выхлоп отработавших газов в атмосферу. После выхлопа давление в цилиндре падает. С некоторым запозданием против выпускных окон открывается продувное окно, и из кривошипной камеры поступает в цилиндр свежий, предварительно сжатый заряд рабочей

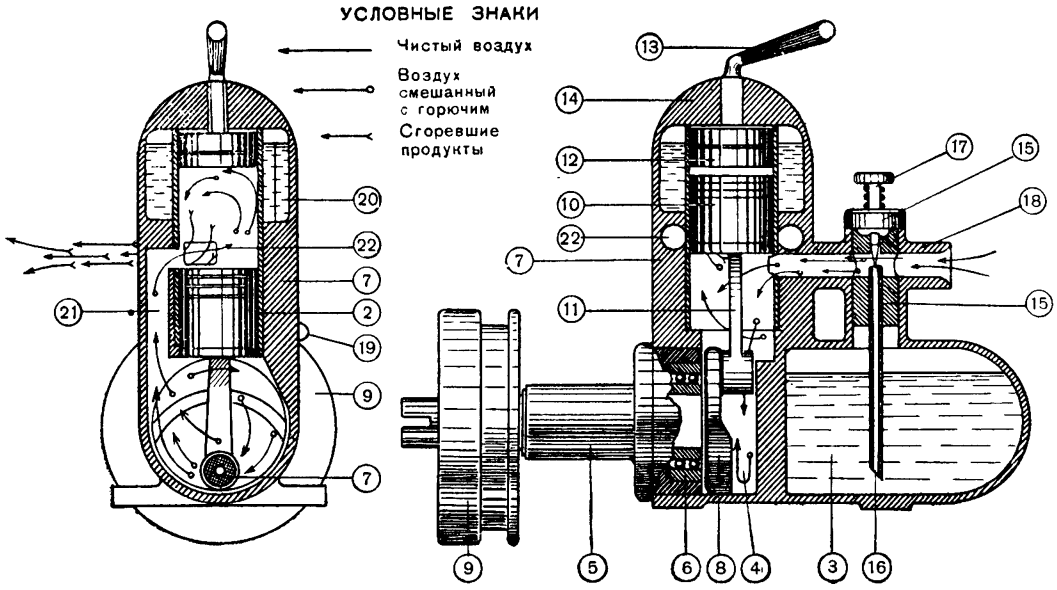


Рис. 34. Устройство и принципиальная схема работы компрессионного двигателя Ф-21.

смеси, вытесняя из цилиндра остатки отработавших газов.

В дальнейшем описанный процесс повторяется вновь и вновь до тех пор, пока карбюратор подает смесь.

Таким образом, мы проследили весь круговорот (цикл) горючего в моторе от момента всасывания до момента выхлопа газов.

Каждый цикл — всасывание, сжатие в картере, перепуск рабочей смеси в цилиндр, сжатие ее в цилиндре и сгорание — занимает всякий раз два хода поршня (два такта). Отсюда и происходит название «двухтактный цикл работы» в отличие от моторов с четырехтактным циклом.

Воспламенение рабочей смеси в моторе Ф-21 происходит от сильного сжатия и развивающейся вследствие этого высокой температуры. Воспламенение рабочей смеси, содержащей примесь этилового эфира, наступает уже при степени сжатия 16 и при температуре окружающего воздуха 15—20°. Для обеспечения необходимого сжатия и регулирования количества оборотов степень сжатия у мотора может изменяться. Она зависит от положения подвижного контрпоршня *(12)*.

Мотор Ф-21 испытывался и был принят специальной комиссией ЦК Совета Досфлота в 1950 году. Во время испытаний мотор устанавливался на модель крейсера длиною 1 820 *мм* и весом 14,5 *кг*. Крейсер развил хорошую скорость.

Затем мотор был установлен на модель торпедного катера длиной 1 017 *мм* и весом 3,8 *кг*. Катер выходил на режим глиссирования на длине пути в 4 *м*.

При испытании на скорость запуска мотор показал хорошие результаты: на запуск этого мотора требуется от 5 до 30 секунд.

ПАРОВАЯ МАШИНА ЦММЛ-К-5

Большой интерес представляет постройка самоходной модели с паровым двигателем. Конструкций паровых двигателей много. Мы остановимся на ЦММЛ-К-5 (конструкция Э. Клосс). На конкурсе двигателей она получила вторую премию.

Паровая машина ЦММЛ-К-5 устанавливается на самоходных моделях судов. Она представляет собой малогабаритную двухцилиндровую быстроходную паровую машину простого действия.

Характеристика машины следующая: число цилиндров — 2; расположение цилиндров — вертикальное; золотник — цилиндрический, вертикальный; диаметр поршней — 30 *мм*; ход поршней — 30 *мм*; мощность (эффективная) — 0,2 *л. с.*; число оборотов в минуту от 300 до 3 500 (при различной загрузке и дросселировании пара); коэффи-

циент наполнения цилиндров — 0,75; рабочее давление — 3 *кг/см²*; расход пара — 147 *дм³/мин;* смазка — картерная, производится разбрызгиванием, масло — ИК, автол, нигрол — Л, время расхода одной заправки при полных оборотах — 30 *мин.*; вес машины с маховиком — 1 300 *г.*

Машина может работать как пневматическая — на сжатых газах.

На рисунках 35, 36, 37 изображена паровая машина ЦММЛ-К-5.

Машина ЦММЛ-К-5 разработана в виде компактного блока, заключающего в себе все рабочие части.

Картер *(1)* и дно *(38)* изготовлены из листовой латуни и соединены пайкой оловянным припоем. Фланцы обеих частей усилены подкладками *(37)*. Сверху картера по диаметру цилиндров сделаны два круглых отверстия: одно — посредине — для прохода тяги эксцентрика, другое *(36)* — для заливки масла и замера его уровня.

В боковых плоских стенках картера и в днище укреплены половины бронзовых опорных подшипников *(2)*. Картер с днищем скрепляется винтами *(31)* с картонными прокладками *(30)*, с помощью которых устраняется люфт при износе опорных подшипников.

Цилиндры *(7)* вытачиваются из стали или подбираются из готовых стальных труб, прокладываются проволочными кольцами *(23)* и впаиваются в отверстия картера. Сверху цилиндры закрываются крышкой *(29)* с напаянными на нее гайками *(32)*.

Крышка закрепляется на цилиндре пайкой (с проволочными кольцами — *23*). В верхней части стенок цилиндров, обращенных к середине картера, прорезаны два прямоугольных окна.

Цилиндр золотника *(12)* укрепляется пайкой между рабочими цилиндрами. Два окна в стенках цилиндра расположены друг против друга и совмещаются с окнами рабочих цилиндров. Два других окна расположены перпендикулярно к двум первым. Одно из этих окон служит для впуска пара из котла, другое — для выпуска отработанного пара. Оба окна снабжены патрубками *(27)*.

Золотник *(13)* представляет собой сплошной цилиндрический поршень, имеющий четыре поперечных пропила. Эти пропилы при движении золотника служат «входом» или выходом для пара из цилиндров. Пропилы выбраны с таким расчетом, чтобы могли обеспечить правильную отсечку пара.

Эксцентрик *(14)* золотника насажен на вал между коленами. Эксцентриситет равен 4,5 *мм.* Направление эксцентриситета смещено в сторону вращения вала на 105° от плоскости колен, то-есть эксцентрик устанавливается с углом опережения в 15°. На валу эксцентрик закреплен пайкой. На эксцентрик надевается разрезной бугель *(15)* с винтом *(26)*. Этот бугель через тягу *(16)* и шарниры *(17* и *18)* передает движение эксцентрика золотнику.

Коленчатый вал *(3)* изготовлен из прутков стали серебрянки и четырех щек *(4)*, наваренных на эти прутки с помощью меди (или припоя для нержавеющей стали, употребляемого в зубопротезной практике). Колена вала расположены под углом 180°, что дает возможность хорошо уравновешивать двигатель.

Собирается вал следующим образом: заготовив два прутка стали (один по диаметру вала *(3)*, другой по диаметру пальцев вала *(5)*, четыре щеки и эксцентрик *(14)*, надевают щеки и эксцентрик на прутки. Щеки необходимо правильно разместить по длине прутка. Все щеки припаивают к тонкому прутку, а две щеки одного из колен еще и к толстому прутку. Опилив лишние части тонкого прутка, колено разворачивают на 180° и приваривают щеки второго колена к валу. После этого между щеками каждого колена выпиливают части вала.

Поршни *(8)* представляют собой полые тонкостенные стальные цилиндры с дном. Внешняя боковая поверхность каждого поршня имеет кольцевые смазочные канавки. С помощью пальцев *(10)*, дюралевых вкладышей *(9)* и крепежного кольца *(11)* поршни шарнирно связаны с шатунами *(6)*. Через шатуны сила давления пара на поршни передается пальцам колен вала.

Мотылевый подшипник шатуна разрезной, без вкладышей, стягивается на пальце вала при помощи двух винтов *(25)*.

Люфт, образующийся при износе мотылевого подшипника, может быть устранен, если фольговые прокладки под винтами заменить более тонкими.

Маховик *(20)* крепится на валу шпилькой *(21)*.

Шарнирная гайка *(22)*, навинченная на вал, имеет прорезь для соединения вала машины с гребным валом модели судна.

Кожух *(34)* с крышкой *(35)*, закрепленной винтами *(32)*, образует вокруг цилиндров воздушную рубашку, предохраняющую цилиндры от охлаждения.

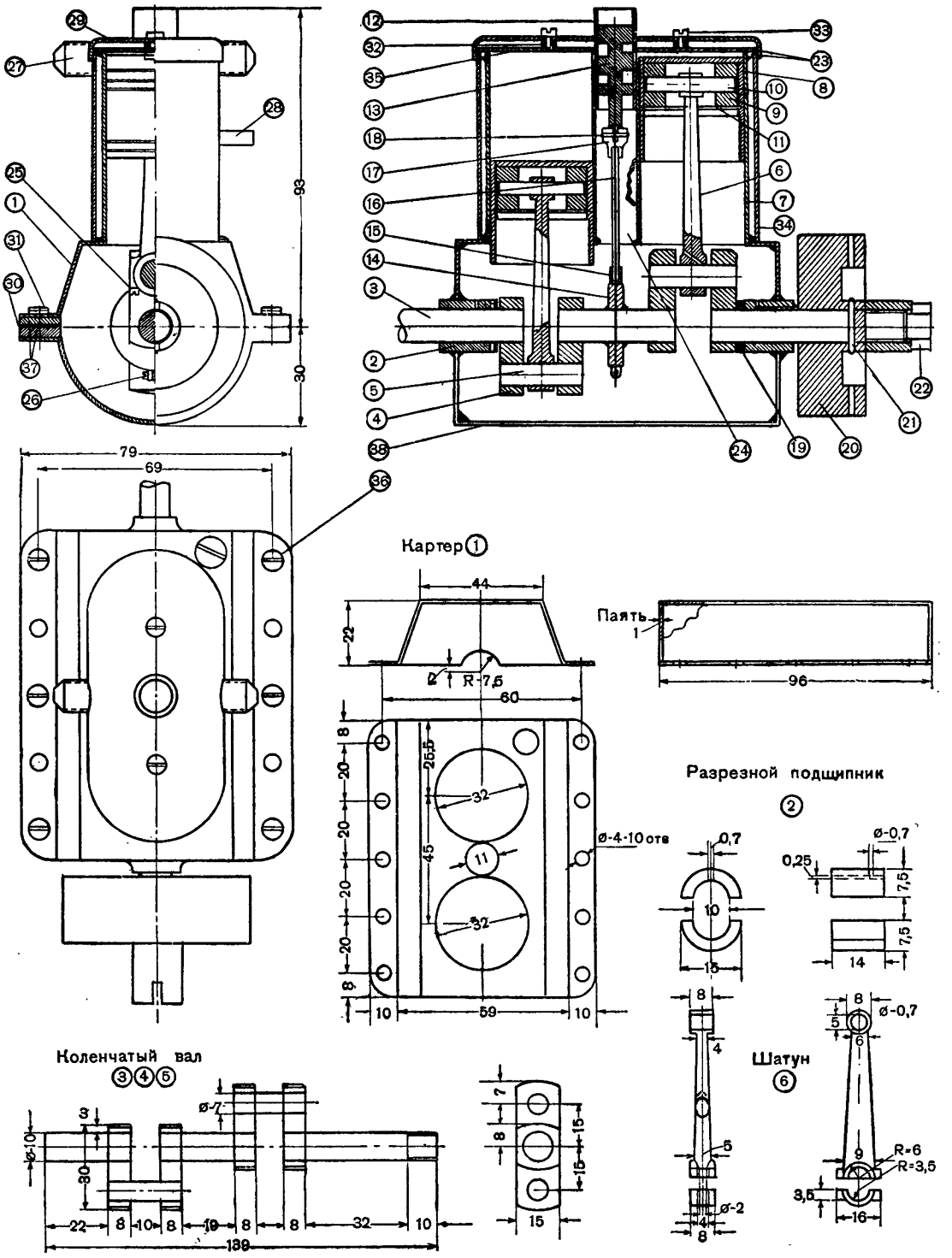


Рис. 35. Общий вид паровой машины ЦММЛ-К-5.

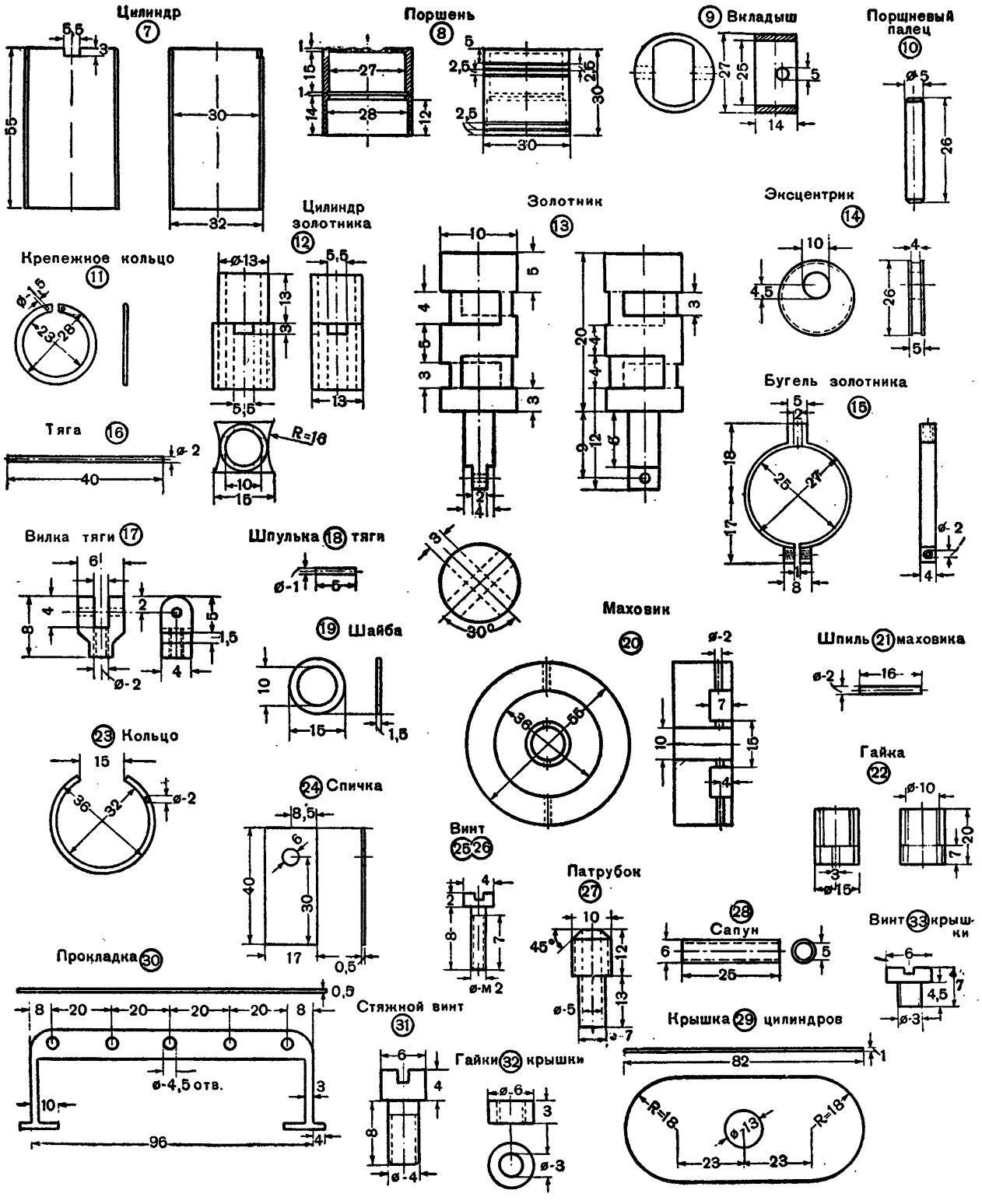


Рис. 36. Детали паровой машины.

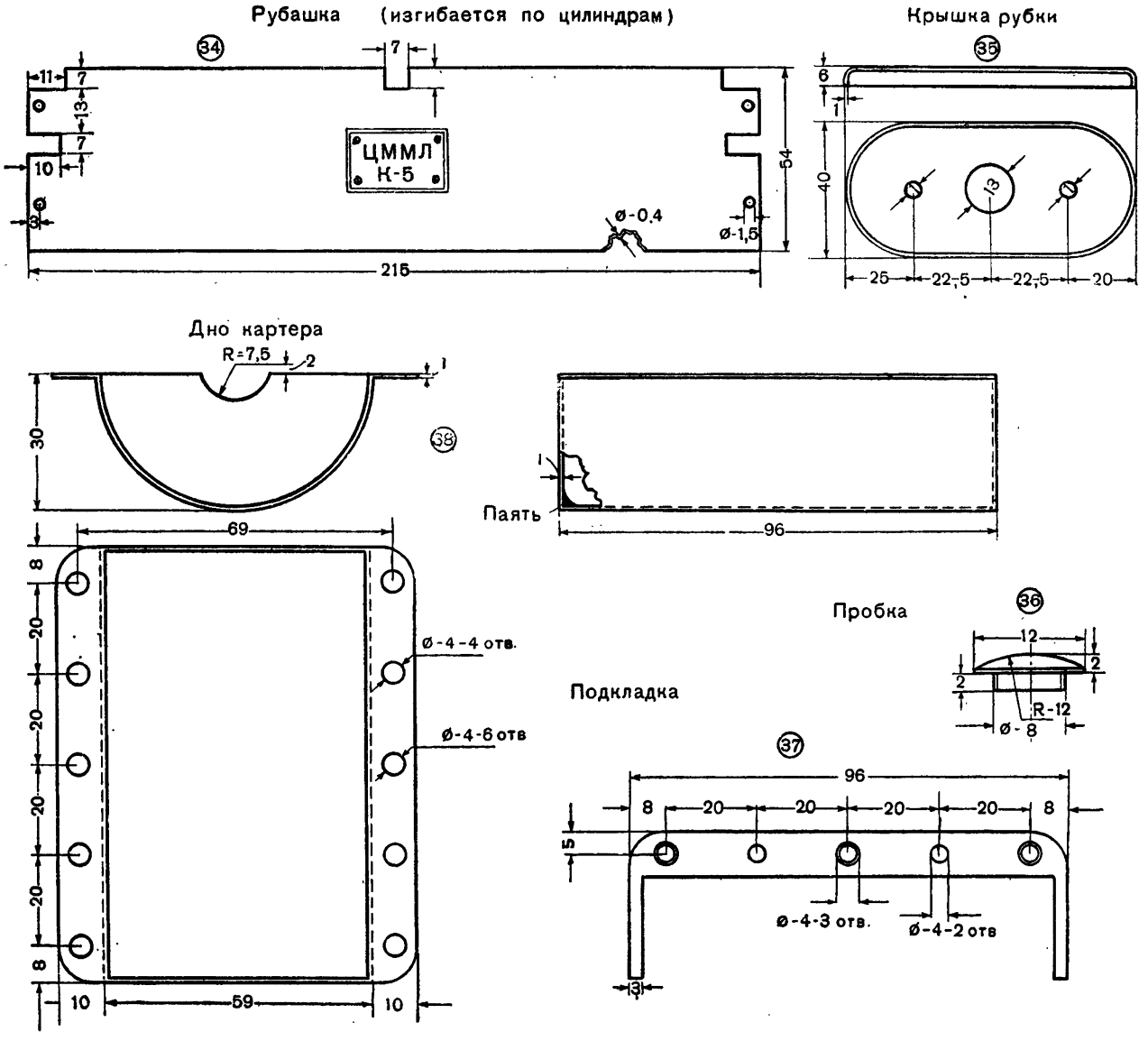


Рис. 37. Детали паровой машины.

Сборка машины: на картере *(1)* укрепляют цилиндры и крышки и между цилиндрами припаивают две стенки *(24)*, образующие коробку с выходом в картер и к цилиндру золотника. В одну из стенок впаивается сапун *(28)*, служащий для уравнивания давления в картере с давлением воздуха и для выпуска возможного избытка масла.

После сборки всех деталей, связанных с коленчатым валом, на оба конца вала надевают шайбы *(19)*, в цилиндры вставляют поршни, укладывают вал в опорные подшипники, ставят прокладки *(30)* и дно картера.

Установив кожух с крышкой, заканчивают сборку.

Паровой котел. Для паровой машины разработан горизонтальный жаротрубный котел с кипятильными трубками (рис. 38).

Барабан лучше всего изготовить из латуни. Но его можно сделать и из огнетушителя, крышка которого вместе с прибором срезана. Дно огнетушителя служит задним дни-

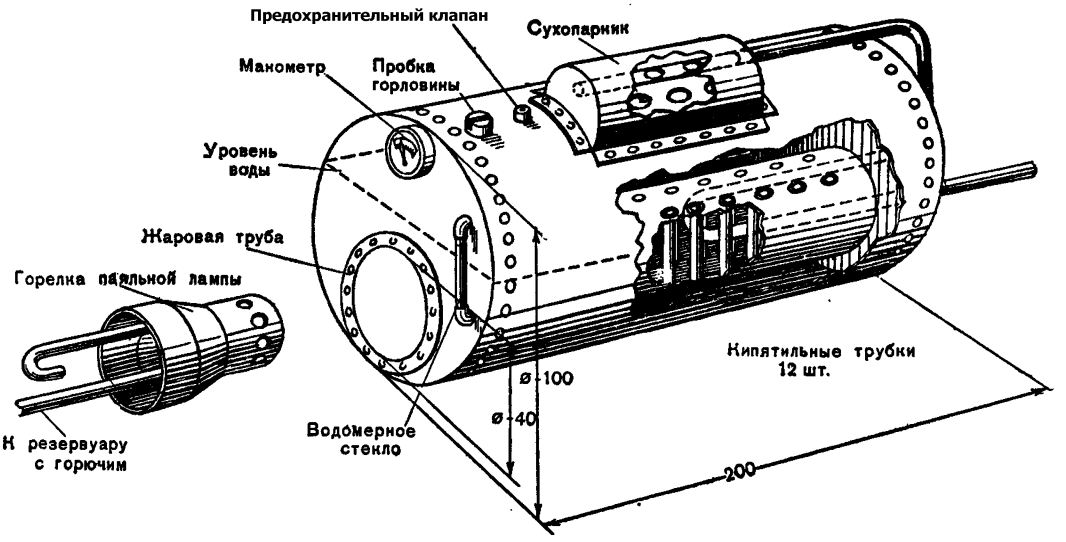


Рис. 38. Жаротрубный котел для моделей судов.

щем котла; переднее днище изготовляется из листового железа и приклепывается к барабану. К оси барабана в нижней его части через отверстия в днищах эксцентрично пропускается жаровая труба. В верхней передней части барабана сделано отверстие, закрываемое пробкой. Это отверстие необходимо для заполнения котла водой.

Жаровая труба диаметром 60—70 *мм* делается из стали. В нее впаиваются 36 кипятильных трубок, наружный диаметр которых равен 6 *мм*. Эти трубки размещены в три ряда от середины до заднего конца жаровой трубы. Передняя часть жаровой трубы служит топкой.

Сухопарник изготовляется в виде коробки, которая приклепывается над отверстием, прорезанным в верхней части барабана.

Пароперегреватель и паропровод делаются из одной трубки диаметром 8—9 *мм*. Трубка в виде петли пропускается в жаровой трубе между кипятильными трубками. Один конец пароперегревателя вводится в сухопарник, второй идет к паровой машине.

Горелкой в этом двигателе служит паяльная лампа.

Арматура состоит из манометра до 3—5 *кг/см²*, водомерного стекла и предохранительного клапана на 3—4 *кг/см²*.

Все места соединений отдельных деталей котла тщательно пропаиваются тугоплавким припоем. В месте соединения барабана с жаровой трубой пайку необходимо выполнять с прокладкой проволочных колец.

ДВИГАТЕЛЬ ПВРД

Большое распространение среди моделистов получило строительство сверхскоростных моделей глиссеров с реактивными двигателями.

На рисунке 39 изображен пульсирующий воздушно-реактивный двигатель (ПВРД) в масштабе 1 : 3. Этот двигатель сконструирован мировым рекордсменом-авиамоделистом М. Васильченко в 1950 году. Модель с таким двигателем развивает скорость до 25 *м/сек*.

Запуск и испытание двигателя. Двигатель можно запускать только в таком помещении, где имеются противопожарные средства и отсутствуют горючие материалы. Но лучше всего модели с таким двигателем запускать вдали от построек. Для испытания двигатель устанавливают в тисках при помощи полосы жести, сгибаемой вокруг камеры сгорания (свечи). Для того чтобы двигатель мог сам засасывать горючее, уровень горючего в бачке должен быть на высоте жиклера. Дав на свечу искру при помощи аккумулятора и бобины с прерывателем, в камеру сгорания подают смесь воздуха с топливом. Для этого под жиклер подставляется сплющенная трубка (сопло), соединенная с автомобильным насосом. Если топливо при распылении попадет в камеру сгорания, то произойдет взрыв или серия взрывов, то-есть непрерывная работа двигателя. Электрозажигание при работе двигателя не применяется.

Таблица неисправностей двигателя, их причины и способы устранения

Внешние признаки	Причины неисправности	Как устранить неисправность
Нет искры на свече	Разряжен аккумулятор Пробита бобина Неисправен прерыватель	Зарядить аккумулятор Заменить бобину Зачистить контакты прерывателя
Горючее не засасывается, не распыляется	Засорен жиклер Низкий уровень горючего в баке	Прочистить жиклер Долить горючего или поднять бак
Двигатель глухо стреляет с пламенем из трубы	Поступает слишком богатая смесь, высок уровень горючего Велик диаметр отверстий жиклера	Понизить уровень горючего Заменить жиклер на меньший
Двигатель звонко стреляет без пламени и не дает серии взрывов	Поступает слишком бедная смесь, низок уровень горючего Мал диаметр отверстий жиклера Мало сплющено сопло насоса, в камеру попадает много воздуха и мало горючего	Повысить уровень горючего Заменить жиклер на больший Больше сплющить сопло
Пламя при взрыве вырывается из головки через клапан	Слишком сильно отогнуты лепестки клапана Сдвинулись лепестки Прогорел клапан	Распрямить клапан Установить клапан по входным отверстиям Заменить клапан

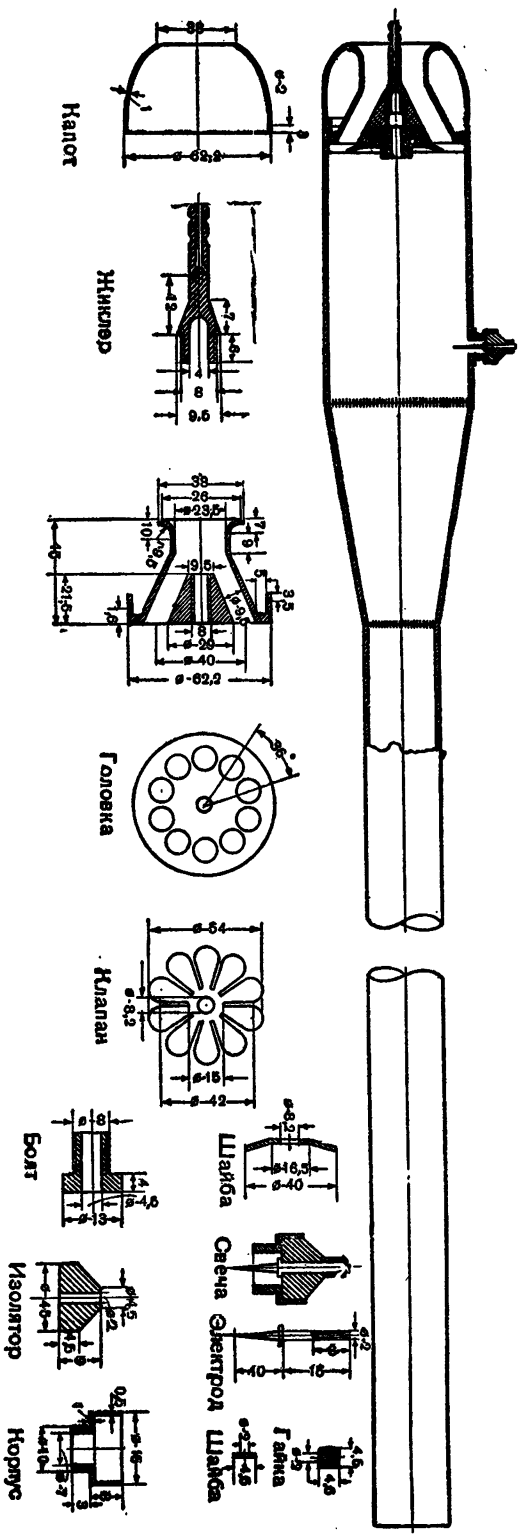


Рис. 39. Реактивный двигатель для моделей судов (ПВРД).

ДВИЖИТЕЛИ ДЛЯ МОДЕЛЕЙ СУДОВ

ГРЕБНОЙ ВИНТ

В качестве движителя на судах морского и военно-морского флота применяется гребной винт. На судах речного флота, кроме гребного винта, иногда применяется гребное колесо.

В этом разделе описываются способы изготовления и основные принципы работы наиболее распространенного движителя — гребного винта.

Работа гребного винта заключается в том, что при своем вращении он отбрасывает некоторую массу воды назад, в сторону, противоположную направлению движения судна (рис. 40,*а*). Сила реакции отбрасываемой массы воды действует непосредственно на лопасти гребного винта и через гребной вал и упорный подшипник передается корпусу судна. Эта сила реакции и является движущей силой судна. Действие гребного винта напоминает работу насоса, сначала засасывающего, а затем выбрасывающего воду. При вращении винта на поверхности лопастей, обращенных к носу, возникает разрежение (давление меньше атмосферного), а на поверхности лопастей, обращенных к корме,—давление (рис. 40, *б*). Разрежение на передней поверхности «подсасывает» воду к винту и заставляет ее проходить между лопастями, а давление на задней поверхности лопасти увеличивает скорость отбрасываемой массы воды. Поэтому чем больше масса и скорость воды, отбрасываемой винтом, тем больше сила реакции и, следовательно, тем больше сила, передаваемая судну винтом.

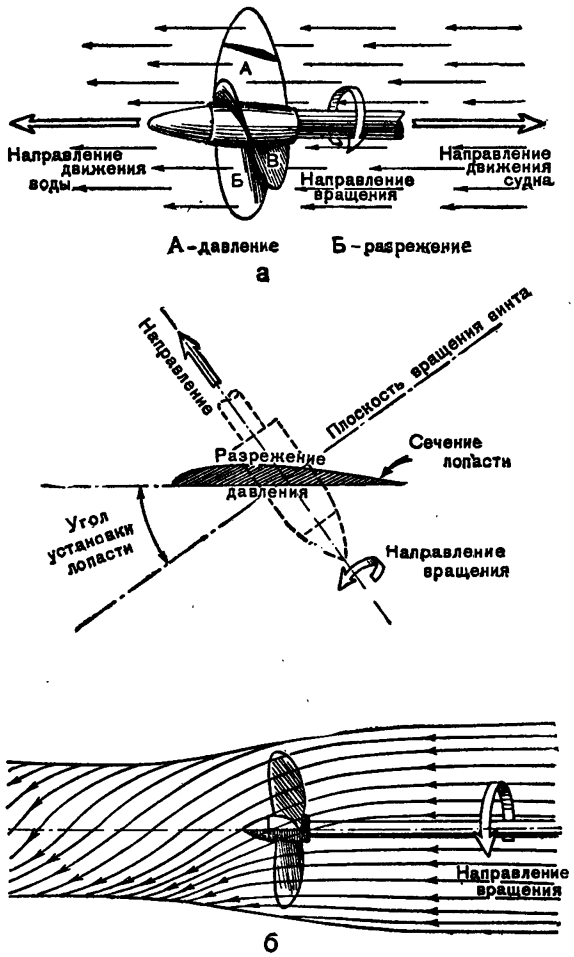


Рис. 40. Работа гребного винта.

Очень важно правильно подобрать гребной винт для судна.

Если мощность винта при вращении больше мощности двигателя, то винт не позволяет двигателю развивать необходимое число оборотов и, значит, уменьшает его мощность. Такой винт называют тяжелым. Чтобы облегчить его, надо уменьшить шаг и диаметр винта. Если же при данном винте двигатель работает с очень большим числом оборотов, то это значит, что винт слишком легок. Поэтому шаг и диаметр такого винта следует увеличить. Чтобы правильно сделать гребной винт, надо хорошо знать геометрию гребного винта.

В зависимости от числа лопастей судовой гребной винт представляет собой отрезок 2-, 3- или 4-ходового винта (рис. 41,*а*). Диаметром гребного винта называется диаметр окружности, в которую вписан гребной винт (рис. 41,*б*).

Геометрическим шагом винта называется расстояние (путь), на которое продвигается винт за один оборот, вращаясь в жесткой гайке. Угол наклона винтовой линии к плоскости вращения винта называется шаговым углом (рис. 41, *в*). Лопасти гребных винтов делаются такими, что их шаговые углы на различных радиусах различны. Поэтому принято считать шаговый угол на радиусе равным 0,6 от наибольшего радиуса винта.

Лопасти гребного винта располагаются на втулке (ступице) таким образом, чтобы главная ось была перпендикулярна к оси винта или наклонена на некоторый угол «назад» (к корме) (рис. 41,*г*).

На судовых винтах диаметр ступицы примерно в шесть раз меньше диаметра винта.

Характерным для судового гребного винта является не геометрический шаг, величина которого зависит от размера винта, а отношение шага к диаметру. Это отношение называется шаговым отношением. Наивыгоднейшее для гребных винтов шаговое отношение колеблется в пределах от 0,8 до 1,5.

Определить шаг гребного винта можно следующим образом: на листе бумаги вычерчивается окружность диаметром, равным 0,6 диаметра винта.

В центре ее устанавливается гребной винт так, чтобы ось его была строго вертикальна. Затем берут два угольника и, установив их на кромках лопасти так, как это показано на рисунке 42, измеряют расстояние от кромок лопасти до листа бумаги и отмечают на бумаге точки пересечения окружности с лопастями винта. Далее винт убирают, а полученные точки пересечения соединяют с центром окружности. Проведенные линии образуют угол α, который надо также измерить. После этого величину шага гребного винта можно легко вычислить по формуле

$$H = \frac{(A - Б) \times 360}{\alpha}.$$

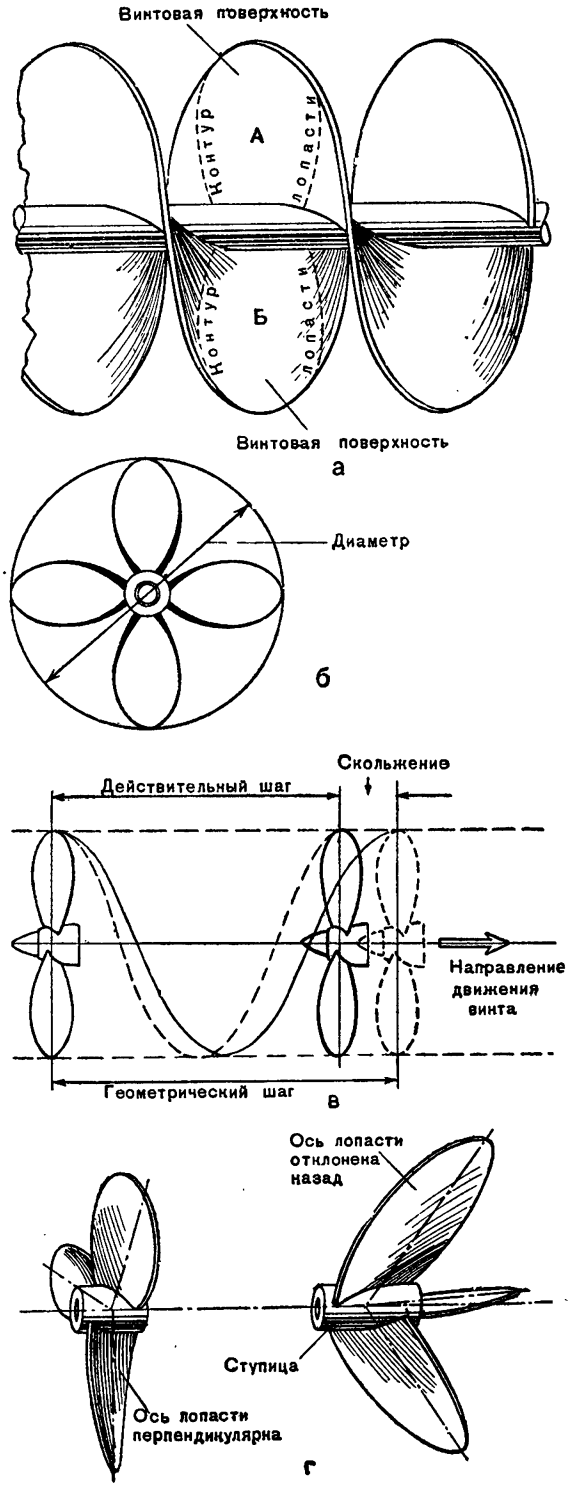


Рис. 41. Чертежи, объясняющие теорию винта.

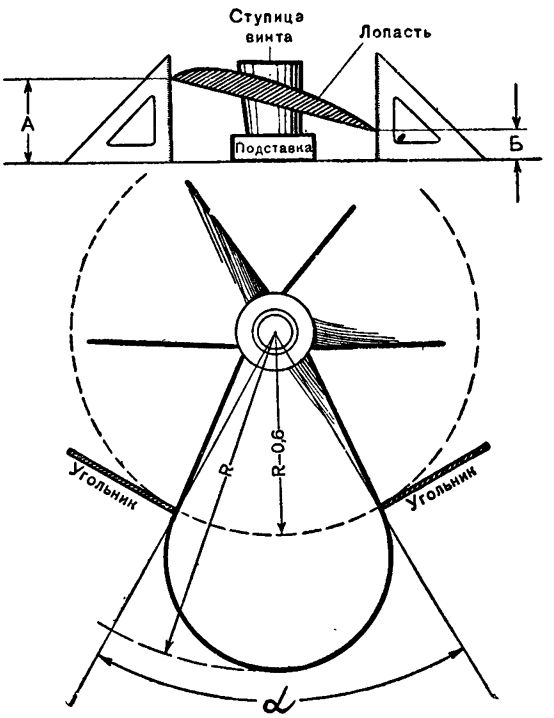


Рис. 42. Определение шага винта.

ГРЕБНЫЕ ВИНТЫ ИЗМЕНЯЕМОГО ШАГА

Винт состоит из ступицы и трех лопастей (рис. 43). Ступица винта состоит из двух деталей. Первая деталь представляет собой трубку с тремя плоскими гранями на внешней поверхности, расположенными под углом 120° друг к другу. Углы граней закругляются, и посредине каждой грани просверливается отверстие для оси лопасти.

Вторая деталь (рис. 43) представляет собой также трубку с тремя плоскими гранями, спиленными на конце и расположенными на внутренней поверхности трубки под углом 120° друг к другу. Вдоль граней сделаны три прорези.

Третья деталь лопасти (рис. 44) изготовляется из латунных пластинок, и к каждой из них припаивается ось.

В отверстия первой детали, надетой на гребной вал, вставляются лопасти. Вторая деталь надевается на первую так, чтобы опорные фланцы осей оказались бы заклиненными.

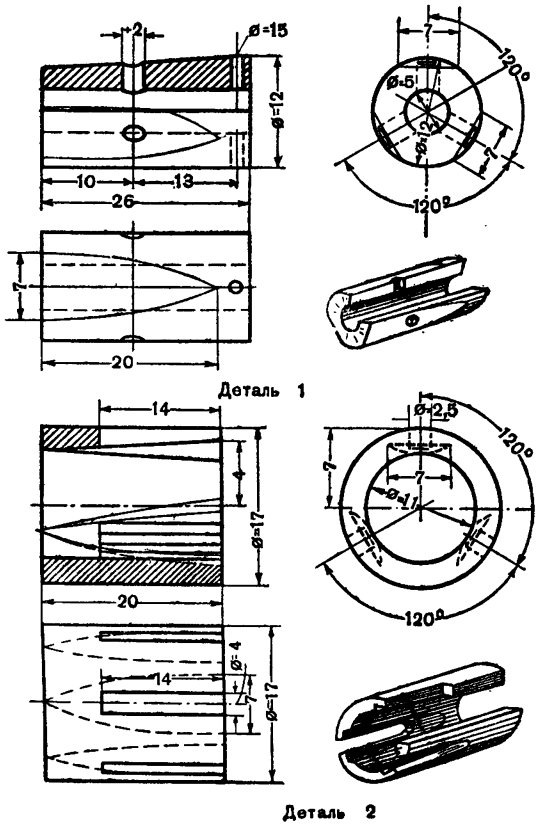


Рис. 43. Детали гребного винта.

Для укрепления ступиц на гребном валу в первой детали и в гребном валу просверливается отверстие, в которое вставляется шпилька.

Для того чтобы вторая деталь была закреплена на гребном валу, устанавливается обтекатель (деталь *4*) (рис. 44), который заклинивается с помощью клиновидных пластинок. Общий вид винта показан на рисунке 45.

Конструкцию гребного винта изменяемого шага можно сделать с нарезной резьбой. Такая конструкция состоит из ступицы с тремя нарезными отверстиями и трех лопастей (рис. 46). Установив лопасти на выбранный шаговый угол, их укрепляют затяжной гайкой.

На рисунке 47 показана конструкция гребного винта, при которой крепление лопастей достигается сжатием свинцового шарика. Конец гребного вала при этой конструкции должен иметь резьбу, направленную в сторону вращения гребного винта.

Остановимся на изготовлении гребных винтов, наиболее часто применяемых моделистами. На рисунке 48 приведен чертеж двухлопастного гребного винта, применяющегося на моделях глиссеров длиной до 800 *мм*.

В качестве двигателей, приводящих во вращение этот винт, могут быть взяты моторы Б-51, Ф-12, К-16, ЦММЛ-Ф-21. Расчетное число оборотов винта — 4 000 *об/мин*. Диаметр винта — 50 *мм*. Шаговый угол (измеренный на радиусе, равном 0,6 наибольшего радиуса) — 30°.

На рисунке 49,*а* приведен чертеж двухлопастного гребного винта, применяющегося на моделях глиссеров длиной больше 1 000 *мм*.

В качестве двигателей, приводящих во вращение винт, применяются моторы Б-51 и ЦММЛ-Ф-21. Диаметр этого винта — 50 *мм*; шаговый угол — 40°; число оборотов винта — 4 000 в минуту.

На рисунке 49,*б* приведен чертеж трехлопастного гребного винта, применяемого для движения моделей военных кораблей длиной 1,5 — 1,8 *м* и водоизмещением 12—15 *кг*.

Винт может быть применен при сочетании с мотором Б-51, ЦММЛ-Ф-21 и паровой машиной ЦММЛ-К-5. Диаметр винта 64 *мм*. Шаговый угол 55°. При моторе Б-51, ЦММЛ-Ф-21 применяется редуктор 1 : 2. При двух винтах число оборотов винта в минуту равно 3 000.

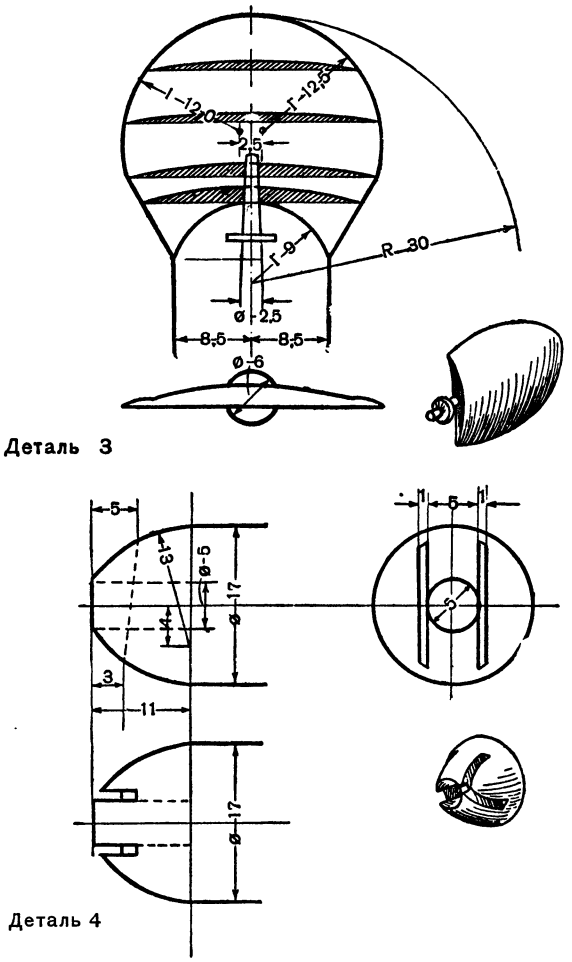


Рис. 44. Детали гребного винта.

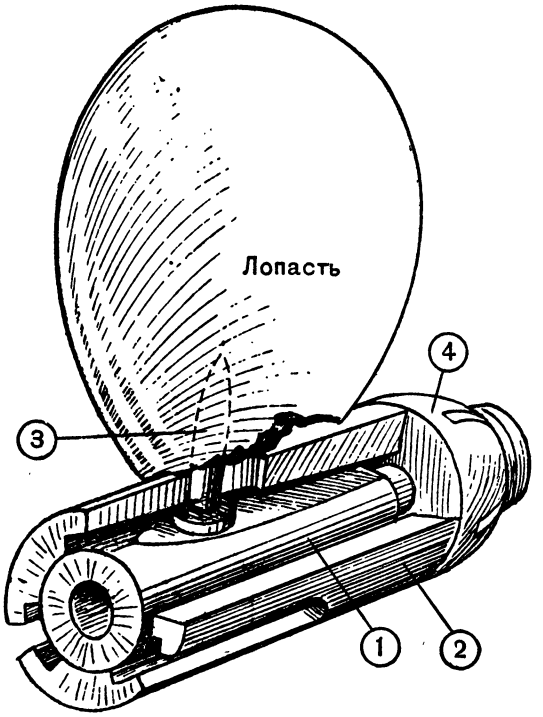


Рис. 45. Конструкция гребного винта.

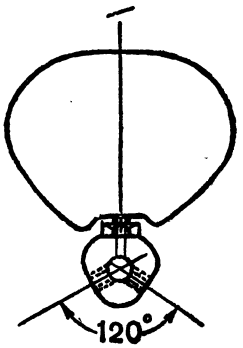


Рис. 46. Конструкция винта изменяемого шага с нарезными отверстиями.

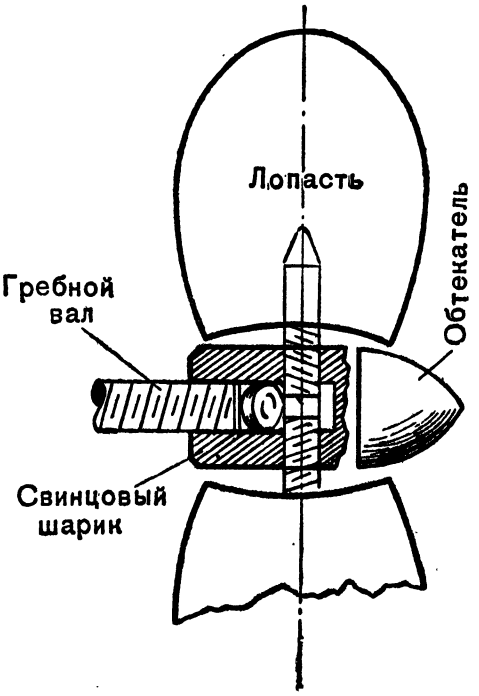


Рис. 47. Конструкция гребного винта со свинцовым шариком.

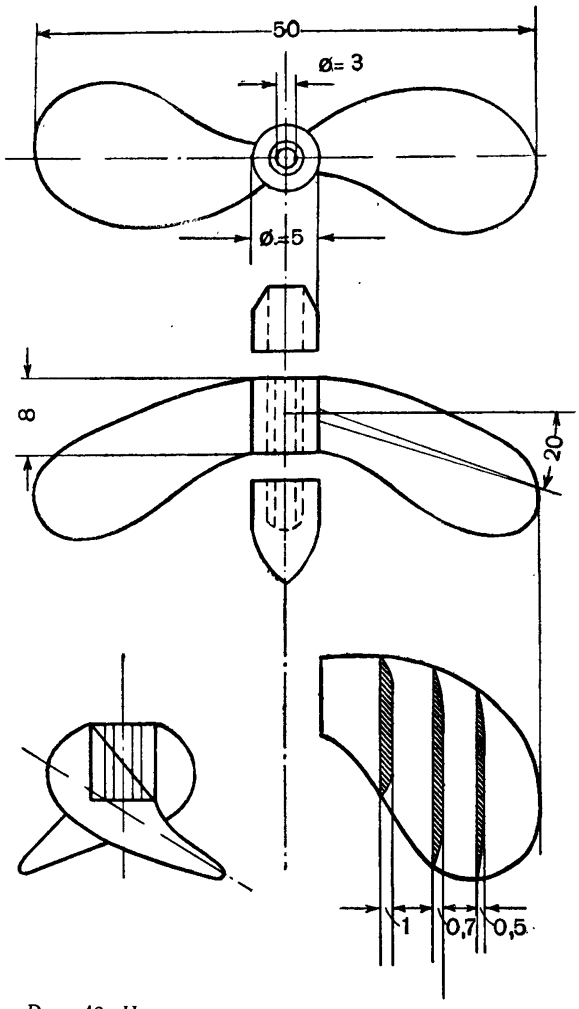


Рис. 48. Чертеж двухлопастного винта для моделей глиссеров.

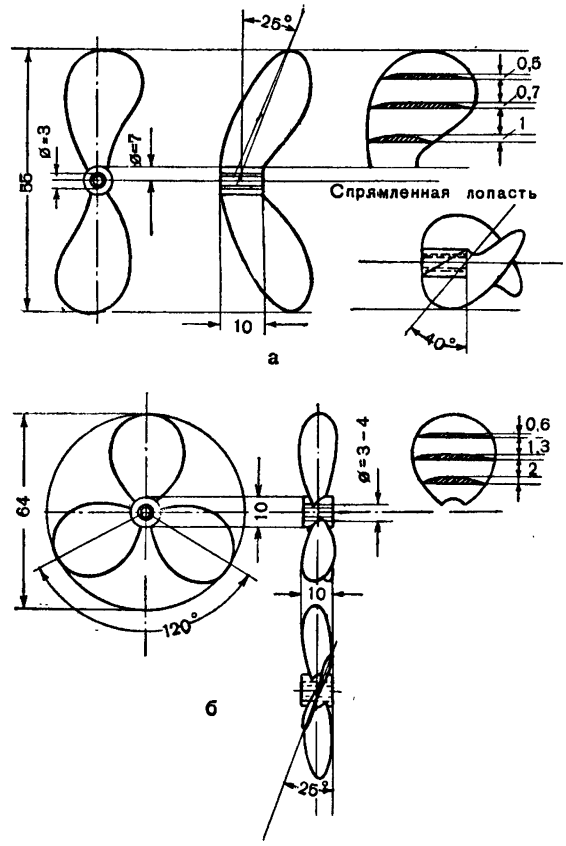


Рис. 49. Конструкция двух- и трехлопастного винтов.

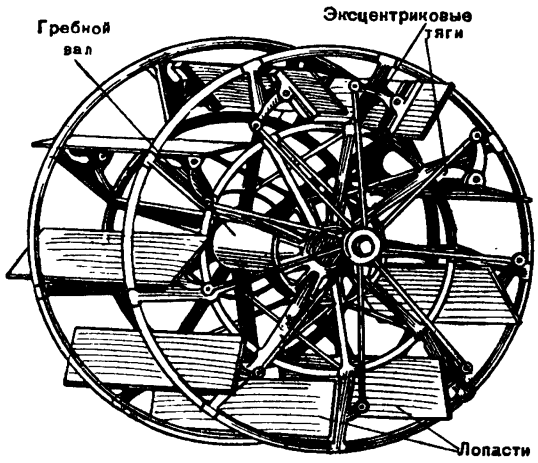


Рис. 50. Гребное колесо.

При использовании паровой машины ЦММЛ-К-5 редуктор не требуется.

Кружковцы, строящие модели речных судов, могут применить в качестве движителя гребное колесо, которое изображено на рисунке 50. Однако эффективность работы гребного колеса очень мала, и его редко используют на моделях в качестве основного движителя, а применяют как вспомогательный движитель или при изготовлении моделей исторических кораблей.

Подбирают и изготовляют гребные винты так: на вал электромотора насаживается отрезок трубки длиной 15—20 *см*. К свободному концу трубки припаивается временный винт, изготовленный из жести, большого диаметра и с большим шагом. Подключив к мотору такой источник питания, какой будет стоять на модели, работающий винт

опускают в банку или ведро с водой и по слуху следят за возрастанием нагрузки мотора. Если мотор при полном погружении винта в воду резко сбавляет обороты, то нужно уменьшить шаг и повторить испытания. Если же заметного увеличения оборотов мотора не происходит, следует уменьшить диаметр винта или площадь лопастей. Так делают до тех пор, пока электромотор не сможет развить хотя бы половины своих холостых оборотов.

Теперь можно изготовить винт для модели: сначала вытачивают ступицу винта и пропиливают в ней ножовкой в местах установки лопастей канавки. Затем из латуни толщиной 1—2 *мм* вырезают лопасти, опиливают их по контуру и изгибают по профилю. Концы основания лопастей залуживают и вставляют в канавки ступицы. Для того чтобы лопасти не вываливались из прорезей, их обвязывают проволокой. Проверив правильность расположения лопастей, места соединений смазывают паяльной кислотой и винт прогревают на огне до тех пор, пока олово не расплавится и не зальет места пайки. Убедившись в том, что лопасти винта хорошо спаяны, их зачищают шкуркой и полируют.

МЕХАНИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА И ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ САМОХОДНЫХ МОДЕЛЕЙ СУДОВ

В самоходной модели судна применяется большое количество механических устройств и приспособлений. Некоторые из них описаны в этой главе.

РЕДУКТОРЫ

Любой двигатель для движущейся модели развивает очень большое число оборотов. Скорость даже небольшого электромотора равна 4 000 *об/мин*. Если вал такого двигателя соединить непосредственно с гребным винтом модели корабля, то винт будет вращаться очень быстро. Однако развиваемое им усилие все же мало и недостаточно для работы механизма. Чтобы увеличить тяговое усилие, обычно понижают число оборотов вала двигателя. Делают это с помощью специального механизма, получившего название редуктора.

Редуктор, уменьшая число оборотов органов, приводящих в движение модель, увеличивает вместе с тем их тяговое усилие. Как говорят в механике: что потеряно в скорости, то выиграно в силе, и наоборот. С помощью редуктора можно изменить направление вращения гребного винта или передать вращение двум винтам.

Существует много конструкций редукторов. Наиболее распространенные имеют редукторы с зубчатыми и червячными передачами. Юному судомоделисту приходится самому составлять редукторы для модели, поэтому он должен хорошо представлять конструкции некоторых из них, знать их расчет.

На рисунке 28 показаны способы соединения мотора с гребным валом без редуктора.

Чаще всего в редукторах для двигающихся моделей применяют цилиндрические зубчатые колеса с небольшим соотношением. Такой редуктор изображен на рисунке 52. Червячные же передачи с однозаходными червяками почти не применяются в плавающих моделях из-за большого передаточного соотношения.

Конструкции редукторов с цилиндрическими зубчатыми колесами обычно выполняются в виде металлических коробок, внутри которых монтируются колеса. Это делается для того, чтобы в редукторе, имеющем большие механические потери, их можно было уменьшить смазкой. Масло или тавот заливают в коробку редуктора, поэтому она должна быть сделана очень тщательно. Так как корпус коробки чаще всего изготовляется из жести, то для осей шестеренок необходимо установить специальные подшипники, хорошо подогнанные к осям.

Если на модели судна устанавливаются два винта, то, при условии применения одного мотора, конструкция редуктора усложняется.

Чтобы сделать обороты винтов равными, боковые шестерни в редукторе берутся одинакового диаметра (с одним и тем же количеством зубцов) и соединяются с гребными валами, а центральная шестерня соединяется с валом двигателя.

В более сложных моделях широкое распространение получил редуктор с коническими шестернями (рис. 51). Этот редуктор передает вращение вала двигателя на два

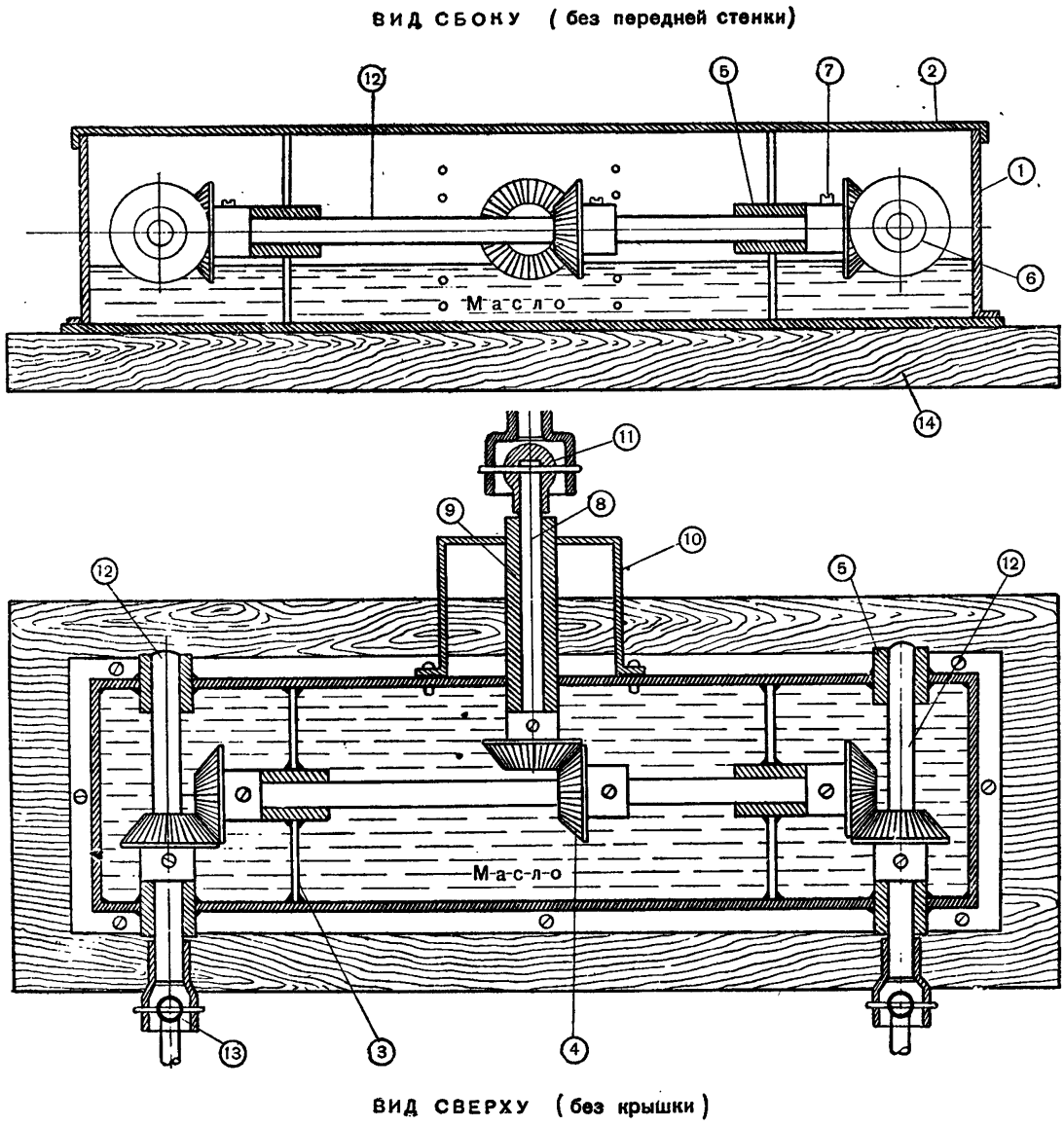
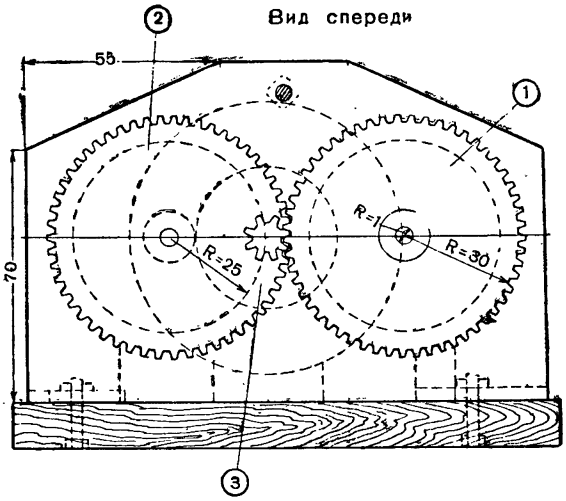
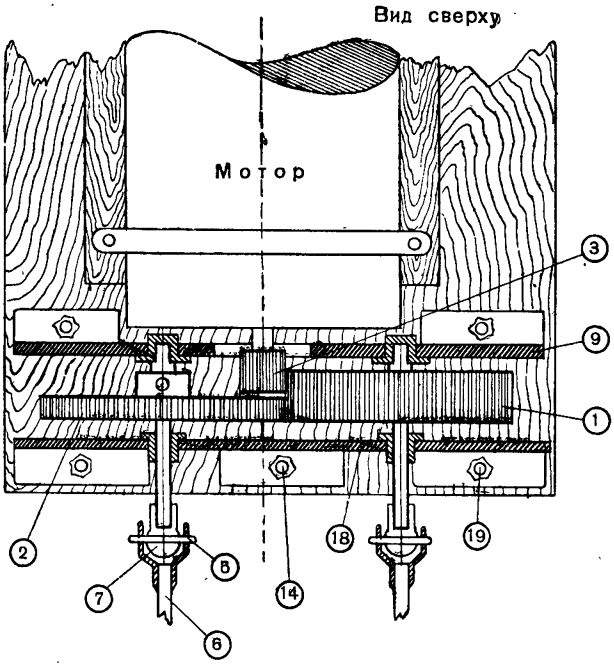


Рис. 51. Редуктор с коническими шестернями.

Спецификация

№№ детал.	Наименование детали	Колич. детал.	Материал, из которого изготовляется деталь	№№ детал.	Наименование детали	Колич. детал.	Материал, из которого изготовляется деталь
1	Корпус редуктора	1	Листовая жесть 2 *мм*	9	Подшипник . . .	2	Бронзовая трубка
2	Крышка редуктора	1	Листовая жесть 1 *мм*	10	Кожух вала мотора	1	Листовое железо 2 *мм*
3	Переборка	2	Листовая жесть 3 *мм*	11	Шарнирное соединение . . .	3	
4	Коническая шестерня	6	От счетных машинок	12	Валы редуктора .	3	Серебрянка 4 *мм*
5	Подшипник . . .	6	Бронзовая трубка	13	Валы гребных винтов	2	Серебрянка 3 *мм*
6	Промежуточный валик	2	Серебрянка 4 *мм*	14	Фундамент (подушка) редуктора	1	Дерево (бук, береза) толщиной 10—15 *мм*
7	Стопорный винт	6	Сталь поделочная				
8	Вал мотора . . .	1	Серебрянка 5 *мм*				





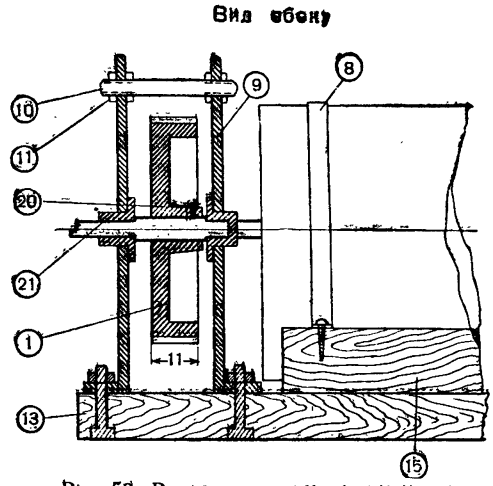


Рис. 52. Редуктор с цилиндрическими шестернями.

Спецификация

№№ детал.	Наименование детали	Колич. детал.	Материал, из которого изготовляется деталь
1, 2, 3	Шестерни редуктора	3	Поделочная сталь или прессованный текстолит
4	Оси редуктора	2	Серебрянка 4 *мм*
5	Шпильки	2	Серебрянка 1 *мм*
6	Гребные валы	2	Серебрянка 3 *мм*
7	Шарнирное соединение	2	—
8	Крепежные пояса	2	Листовая жесть 1 *мм*
9	Передняя стенка редуктора	1	Листовая жесть 3 *мм*
10	Крепежный болт	2	Листовая жесть 3 *мм*
11	Шпильки	4	Проволока стальная ∅ = 3 *мм*
12	Электромотор (или иной двигатель)	1	
13	Фундамент редуктора	1	Дерево (бук, береза) толщиной 10—15 *мм*
14	Крепежные болты редуктора	5	Металл ∅ = 3 *мм*
15	Подушка (фундамент) мотора	—	Дерево (бук, береза) толщиной 15 *мм*
16	Ось мотора	1	
17	Крепежные шурупы мотора	4	
18	Задняя стенка редуктора	1	Листовая сталь 3 *мм*
19	Шайбы крепежных болтов редуктора	5	Жесть 1 *мм*
20	Стопорный винт шестерни редуктора	3	
21	Бронзовая втулка — подшипник	2	Бронза

гребных вала и на одном из них меняет направление вращения. В качестве конических шестеренок для редукторов используются шестеренки от старых счетных машинок.

В некоторых конструкциях редукторов для движущихся моделей применяются ременные передачи. Большим недостатком таких редукторов является проскальзывание ремня на шкивах при больших оборотах двигателя. Этим объясняется, что редукторы с ременной передачей требуют очень тщательной регулировки. Особенно трудно наладить такой редуктор при двух гребных винтах.

АВТОМАТИЧЕСКИЙ ЗАМЫКАТЕЛЬ ТОКА ИЗ БЕЛЬЕВОЙ ЗАЖИМКИ

Примитивное автоматическое устройство для производства выстрелов из пушек и выстреливания торпед, а также перекладки руля и т. п. можно изготовить из бельевой зажимки, как это показано на рисунке 53,*а*.

Замыкатель состоит из бельевой зажимки, контактов электроцепи и кусочков пека (сапожного вара) или кусочков смолы. Одна из лапок замыкателя жестко укрепляется на модели. Перед запуском модели обе лапки крепко сжимают, так чтобы кусочки пека, соединившись, удерживали контакты в разомкнутом состоянии. Для этого надо ослабить пружину и хорошо ее отрегулировать.

Через некоторый промежуток времени свободная лапка замыкателя под действием пружинки должна оторваться и замкнуть контакты электроцепи, в которую может быть включен электрозапал пушки, соленоид рулевого устройства, электромотор.

На рисунке 53,*б* изображена схема электрической цепи торпедного аппарата, составленная из одной батарейки для карманного фонаря, замыкателя и электрозапала с зарядом черного (дымного) пороха для выстреливания торпеды. Бездымный порох применять запрещается, так как может быть разрыв трубы или ствола.

Время срабатывания замыкателя зависит от вязкости пека, от силы сжатия лапок при зарядке замыкателя, от силы пружинки и от температуры окружающего воздуха, влияющей на вязкость пека.

Если установить несколько таких замыкателей на модели и включить их в разные исполнительные цепи, то можно осуществить последовательное выполнение моделью различных маневров и операций.

ПРУЖИННЫЙ ЗАМЫКАТЕЛЬ ТОКА С КУСКОМ САХАРУ

Такой автомат можно применить для тех же целей, что и предыдущий. Он схематически изображен на рисунке 53,*в*.

Перед запуском модели контакты разводятся и закрепляются в таком положении маленьким куском сахару. После того как сахар во время хода модели размякнет, контакты под действием пружинки замкнут электрическую цепь.

Замыкатель можно изготовить из жести. Один из его контактов поместить на транце.

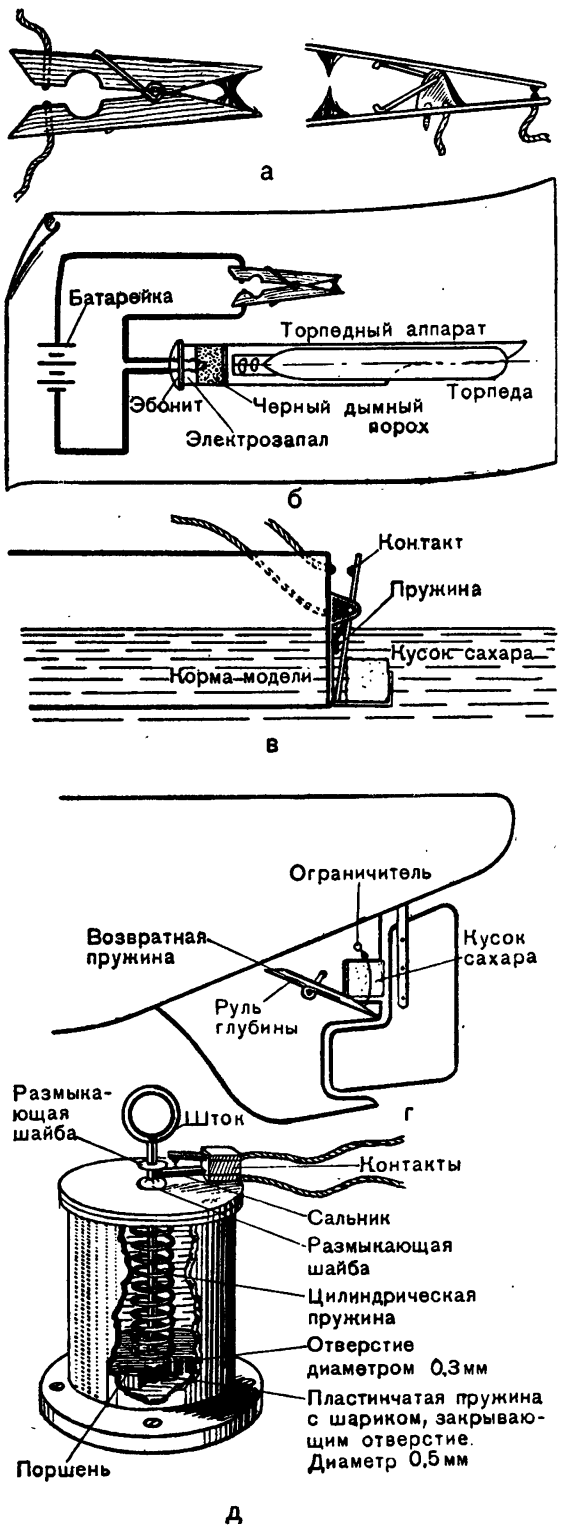


Рис. 53. Приспособления для автоматического управления моделью.

ПРУЖИННЫЙ АВТОМАТ С КУСКОМ САХАРУ ДЛЯ ВСПЛЫТИЯ МОДЕЛИ ПОДВОДНОЙ ЛОДКИ

Это приспособление (рис. 53,*г*) предназначено для перекладки кормовых (или носовых) горизонтальных рулей модели подводной лодки в положение для всплытия, после того как модель пройдет свою дистанцию под водой. Перед запуском модели горизонтальные рули устанавливаются в положение для погружения и удерживаются в таком положении небольшим куском сахару. После того как сахар растает, пружинка переложит рули в положение для всплытия.

Пружинка, установленная на руле, должна быть достаточно сильной, чтобы прижать руль к ограничителю, а сама модель отбалластирована с небольшим запасом пловучести.

Это даст возможность модели всплыть в случае остановки двигателя.

ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ АВТОМАТ ДЛЯ ОСТАНОВКИ И ВСПЛЫТИЯ МОДЕЛИ ПОДВОДНОЙ ЛОДКИ

На рисунке 53,*д* изображена схема гидравлического автомата, предназначенного для выключения главного двигателя — электромотора модели подводной лодки, после того как она прошла свою дистанцию под водой. Модель, снабженная этим приспособлением, должна обязательно иметь запас пловучести, обеспечивающий лодке всплытие после выключения мотора.

Перед запуском модели ее горизонтальные рули устанавливаются в положение для погружения. Так как топящая сила рулей развивается только при движении, то после выключения главного двигателя модели эта сила исчезает и модель, обладающая запасом пловучести, всплывает.

Гидравлический автомат состоит из цилиндра с двумя крышками, в котором помещается поршень со штоком. Над поршнем находится спиральная пружина, стремящаяся опустить поршень вниз. Цилиндр наполнен маслом. При вытягивании штока вверх масло, преодолевая давление пластинчатой пружины, закрывающей перепускное отверстие диаметром около 3 *мм* шариком, перетекает под поршень через это отверстие.

При опускании поршня под действием цилиндрической пружины масло перетекает в верхнюю полость цилиндра через впускное отверстие диаметром около 0,5 *мм*.

Ввиду того, что впускное отверстие небольшое, поршень будет опускаться очень медленно. На верхнюю крышку цилиндра вокруг штока набивается сальник. На штоке припаяна шайба, которая при опущенном поршне нажимает на пластинку контактов и размыкает цепь электродвигателей.

Время, затраченное на опускание поршня, зависит от высоты подъема поршня (чем на меньшую высоту поднят поршень, тем меньше времени цепь будет замкнута), а также от вязкости масла, диаметра впускного отверстия и силы давления цилиндрической пружины.

При установке этого приспособления в корпусе модели подводной лодки кольцо штока должно быть выведено над палубой, а в месте выхода штока установлен сальник, обеспечивающий герметичность корпуса.

МЕХАНИЗМ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ МОДЕЛЬЮ КОРАБЛЯ

Движением плавающих моделей можно управлять различными способами. Есть модели, управляемые светом, звуком, с помощью радиоволн или ультразвуковых волн.

Все эти способы управления сложны и требуют от юного техника больших знаний и хорошей подготовки. Чаще всего такие модели делают небольшими бригадами, где вместе с юным кораблестроителем работают и юные радиолюбители, имеющие известные навыки по радиотехнике. Однако существуют механизмы, которые позволяют управлять движением корабля более простыми и доступными средствами. К их числу относятся автоматические механизмы с пружинами.

На Всесоюзных соревнованиях морских моделистов демонстрировалась модель подводной лодки, которая автоматически выполняла повороты, погружение и всплытие и даже стрельбу из торпедных аппаратов с помощью пружинного механизма. Однако все команды модель подводной лодки выполняла в строго определенной последовательности, изменить которую было невозможно. Этот существенный недостаток автоматических устройств ограничивал их применение в моделях юных судомоделистов.

Как же построить пружинный механизм на несколько программ? Здесь описывается один из вариантов многопрограммного механизма для управления моделями.

Модель с таким механизмом может выполнять пять любых программ, смена которых производится моментально. Характер команд и их порядок устанавливаются с помощью специального контактного устройства, а выполнение заданных команд производится простыми исполнительными механизмами.

Автоматическое устройство позволяет осуществить любые команды: повороты, сигнализацию, стрельбу и т. д. в любой последовательности.

На рисунке 54 показана конструкция автоматического устройства. Часовой механизм *(1)* отрегулирован таким образом, что его ведущая ось *(2)* делает один оборот в течение 5 минут. На ведущую ось насажен металлический ползун *(3)* с контактными пружинками *(4)*. Число их должно соответствовать количеству выбранных команд (в нашем примере взято пять).

Контактные пружины скользят по металлическим кольцам *(5)* и осуществляют замыкание электрических цепей.

Рабочая батарея соединяется одним полюсом с ползуном *(3)*, а другим с исполнительными механизмами. Ток от батареи проходит по металлическому ползуну и через скользящие контактные пружины подводится к металлическим кольцам.

Каждое кольцо, в свою очередь, соединяется с одним из исполнительных механизмов: мотором, сиреной, лампочкой или с реле поворота. Такое включение батареи приведет к тому, что все пять исполнительных механизмов модели будут включаться одновременно, что недопустимо.

Как же добиться включения механизмов в определенном выбранном порядке? Для этого служат тонкие картонные или целлулоидные пластинки.

Представьте себе, что одна из таких пластинок, в которой сделано пять просечек, будет вставлена между контактными пружинками и металлическими кольцами. Тогда верхний контакт при вращении ползуна на $^1/_5$ часть окружности (в течение одной минуты) будет скользить по наружному кольцу (в просечке) и в цепи с мотором пойдет ток. Мотор начнет вращаться, и модель придет в движение. В следующую минуту верхняя контактная пружинка начнет скользить уже не по металлическому кольцу, а по изоляционной пластинке, электрическая цепь с мотором будет разомкнута, и модель остановится. Зато вторая контактная пружинка начнет скользить по второму кольцу и замкнет вторую электрическую цепь с сиреной. На корабле раздастся гудок. Так, в порядке очередности, обусловленной высечками на пластинке, будут выполнены все команды.

Нетрудно сообразить, что при изменении длины высечек и их положения на окружности можно изменять как продолжительность отдельных команд, так и их последовательность. В этом случае высечки на диске делаются в различных местах и разной длины.

Надо сделать несколько пластинок с различными высечками. Чтобы заменить одну программу движений корабля другой, достаточно изменить пластинку.

Для удобства пользования на каждой пластинке можно написать характер выполняемых команд и их последовательность.

Конструкция механизма чрезвычайно проста. Наиболее ответственным узлом механизма является контактное устройство: ползун с контактными пружинами и металлические кольца. К изготовлению этого узла надо подойти очень серьезно.

Прежде всего необходимо обратить внимание на надежность образуемых контактов. С этой целью контактные пружинки изготовляются из тонкой, хорошо пружинящей латуни, а латунные кольца выправляются и отшлифовываются. Все кольца крепятся к изоляционной панели с помощью клея БФ-2 и к каждому из них припаивается проводник, соединяющий кольцо с зажимом. Исполнительные механизмы подсоединяются к зажимам, как это показано на рисунке.

Чтобы программные пластинки можно было легко и быстро менять, панель делается съемной. Пластинка накладывается на панель, которая затем устанавливается на четырех винтах и закрепляется гайками.

Контактное устройство монтируется на палубе корабля, так как это позволяет легко и быстро менять пластинку, не вынимая модель из воды.

Включение исполнительных механизмов показано на рисунке 54,*а*.

Наиболее сложным из них является рулевой механизм. Конструкция его изображена на рисунке 54,*г*.

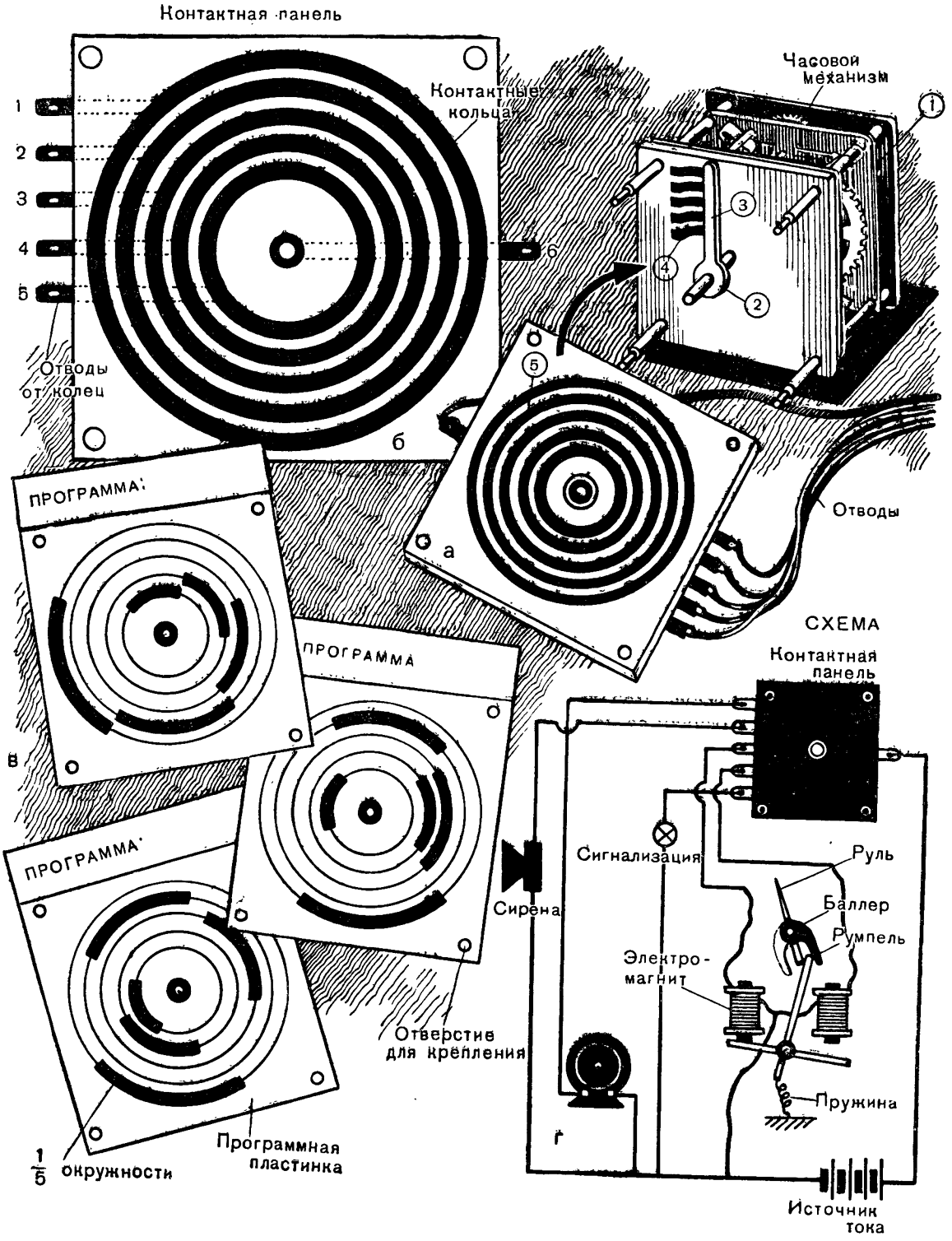


Рис. 54. Механизм для автоматического управления моделью.

К баллеру прикрепляется румпель специальной конструкции с выемкой. В выемку румпеля вставляется один из рычагов крестовины.

Два других ее конца установлены у электромагнитов. Когда в какой-либо электромагнит поступает ток, один из концов крестовины притягивается и рычаг поворачивает румпель.

После выполнения команды ток из катушки выключается, электромагнит перестает притягивать румпель и он под действием пружины возвращается в среднее положение.

Автоматическое устройство, если его тщательно изготовить, работает надежно и не требует налаживания. Его легко можно установить на любой плавающей модели.

СБОРКА МОДЕЛЕЙ И ИСПЫТАНИЕ ИХ НА ВОДЕ

Сборка моделей заключается в монтаже по составленному плану всех постоянных грузов, предназначенных для установки внутри корпуса модели.

Моделист, закончив постройку корпуса, после шпаклевки и первой покраски размещает в корпусе все постоянные грузы: двигатель, источники питания двигателя, механические устройства (редуктор, приспособления для автоматического управления и др.), а также рулевое устройство. Размещать грузы следует с таким расчетом, чтобы модель находилась на ровном киле (то-есть без крена и диферента). После этого корпус модели закрывают палубой и устанавливают на ней надстройки, а также всевозможные судовые устройства. Когда на корпусе модели судна будет закончено размещение основных грузов, модель ставят на воду и смотрят на осадку ее по грузовой ватерлинии.

Если модель судна не загружена (сидит в воде намного выше грузовой ватерлинии), то в ее корпус ближе к килю кладут дополнительный груз (балласт) из свинцовых пластинок или мешочков с сухим песком. Размещают грузы так, чтобы не было крена и диферента (больше 5°).

Убедившись, что модель судна заняла в воде правильное положение, начинают монтаж модели. Первым крепят фундамент двигателя и сам двигатель (рис. 55). Угол наклона двигателя на корму не должен превышать 5—8°.

После установки редуктора крепят валопровод — дейдвудную трубу. Валопровод изготовляют из трубки, диаметр которой должен соответствовать размерам гребного вала, и устанавливают точно в диаметральной плоскости с наклоном на корму в 4—5°. Если в модели применяются два гребных винта, то валопроводы должны быть установлены параллельно диаметральной плоскости. Для того чтобы через валопровод внутрь корпуса не проходила вода, трубку (валопровод) запаивают с обоих концов кусочками латуни или жести, после чего сверлят отверстие для гребного вала.

Затем трубку заполняют вазелином и вставляют в нее гребной вал. Образовав-

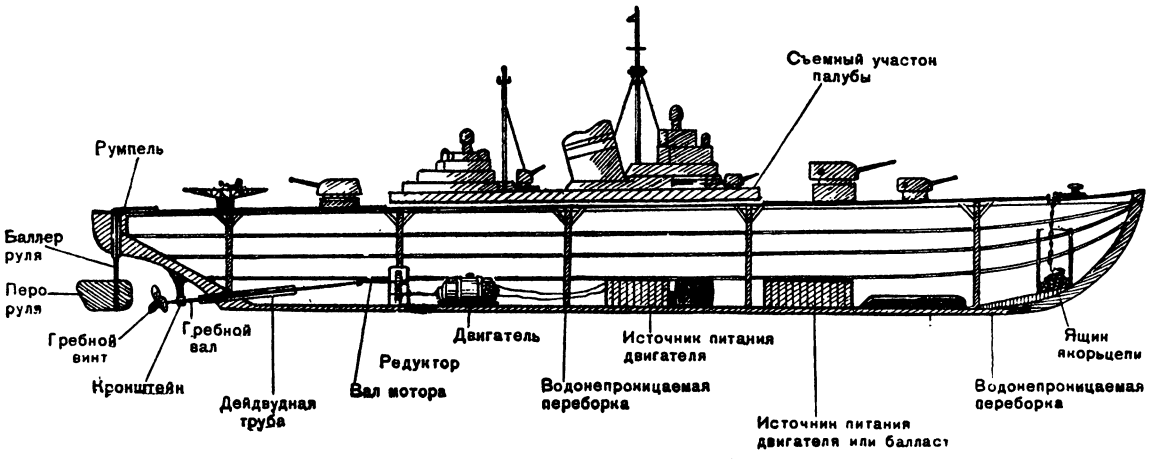


Рис. 55. Собранная модель в разрезе по диаметральной плоскости.

шиеся в трубке сальники не дадут проникнуть воде внутрь корпуса. После установки сальников необходимо укрепить гребные валы при помощи кронштейнов. Предварительно перед креплением гребных винтов проверяют установку валопровода. Первую проверку делают путем поворотов вручную гребного вала, соединенного с редуктором. При этой проверке необходимо добиться минимального трения. Следующую проверку делают так же, но к гребному валу присоединяют уже двигатель. В этом случае усилие на проворачивание не должно резко отличаться от предыдущего.

Далее приступают к установке гребного винта и рулевого устройства. После установки двигателя, валопровода, движителя и рулевого устройства устанавливают и крепят источники питания и балласт.

Спустив модель на воду, окончательно подгоняют крен и диферент и затем закрывают корпус палубой.

Монтаж основных надстроек желательно производить на палубе до установки ее на корпус. Для удобства работы с моделью во время испытаний желательно иметь съемные участки палубы.

Следующим этапом работы на воде являются ходовые **испытания модели.** Эти испытания дают возможность правильно подобрать движитель, уточнить степень маневренности модели судна в зависимости от поворота руля.

У парусных моделей необходимо отрегулировать установку центра парусности по отношению к центру бокового сопротивления, а также произвести окончательную диферентовку и регулировку рулевого устройства модели.

Если практические занятия с моделями предполагается проводить на открытой воде, а не в искусственном бассейне, руководитель прежде всего должен позаботиться о соблюдении всех правил безопасности: проводить занятия только на мелком месте, не выходить на воду сразу с большим количеством занимающихся и т. п.

Первые запуски самоходных и парусных моделей следует проводить на нитке — это в значительной степени сократит время испытания. Только после того как модели будут хорошо отрегулированы, их можно пускать свободно.

Для того чтобы модели можно было легко возвращать на старт, запускать их следует вдоль берега и доставлять на старт при помощи «удочки» — обычного удилища, снабженного на конце нитяной петлей. Набрасывая петлю на какую-либо из выступающих частей модели, ее легко можно притянуть к себе. Если необходимо, то на водный участок, где проводятся испытания моделей, спускают лодку или плотик.

Полным испытанием самоходной модели на воде являются: проверка правильной осадки модели корабля, запуск ее по прямой (то-есть определение устойчивости на заданном курсе), замер скорости и определение радиуса циркуляции при повороте руля на заданный угол.

Определение устойчивости на заданном курсе для самоходных и парусных моделей всех групп (без применения приборов автоматического управления) производится одновременно с испытанием их на скорость хода.

Устойчивость на заданном курсе выражается отклонением от заданного курса на линии финиша. Курс не должен прокладываться поперек течения.

Установлена следующая длина финиша между крайними его точками:

Дистанция в *м*	Длина финиша в *м*	
	для самоходных моделей	для парусных моделей
25	8	10
50	10	20
100	16	36

Замер скорости моделей судов производится с хода. Длина разбега устанавливается не более 10% от размера дистанции.

Для самоходных моделей судов замер скорости производится на дистанции по прямой.

Устанавливаются следующие размеры дистанции:

10 *м* — для простейших моделей судов размером до 800 *мм;*

25 *м* — для моделей судов с простейшими маломощными двигателями;

50 *м* — для моделей судов с механическими двигателями сложных конструкций;

5 *м* — для моделей подводных лодок размером до 900 *мм;*

10 *м* — для моделей подводных лодок размером от 900 до 2 000 *мм.*

Окончательное распределение моделей по дистанциям производится судейской коллегией.

Определение скорости производится путем определения времени в трех заходах. Засчитывается лучший результат. Скорость вычисляется в метрах в секунду, с учетом скорости течения.

Замер скорости моделей подводных лодок в погруженном положении производится путем определения пройденного пути и времени с момента погружения перископа и до появления его над поверхностью воды.

Для парусных моделей курсы следования моделей относительно ветра назначаются судейской коллегией.

В соревнованиях парусных моделей на дистанции по прямой определяется сравнительная скорость.

Для каждой парусной модели дается три захода. Первенство определяется по среднему числу очков, полученному в трех заходах.

После испытания моделей на воде из корпуса моделей с помощью ветоши удаляют воду, обтирают сухой тряпочкой надстройки и смазывают металлические части тонким слоем вазелина.

Чтобы сохранить модель, необходимо также удалить из корпуса горючее, щелочные и кислотные аккумуляторы. Модели следует установить в кильблоках (подставках) и хранить под специальными стеклянными колпаками.

ПОСТРОЙКА САМОХОДНЫХ МОДЕЛЕЙ СУДОВ

В этой главе приведены чертежи для постройки самоходных моделей кораблей и судов. Чертежи подобраны с учетом программ кружков внешкольных детских учреждений для судомоделистов.

Для начинающих кружков здесь дается простейшая модель подводной лодки и простейшая модель швертбота; для юных судомоделистов второго года занятий — модели спортивного катера, эскадренного миноносца и яхты класса «П».

МОДЕЛЬ САМОХОДНОЙ ПОДВОДНОЙ ЛОДКИ „МАЛЮТКА“

Подводными лодками называются такие боевые корабли, которые способны плавать не только на поверхности воды, но и под водой, на глубине до нескольких десятков метров. Способность подводной лодки двигаться под водой дает ей возможность незаметно приближаться к судам противника и поражать их торпедой.

Подводные лодки имеют 1—2 орудия для стрельбы в надводном положении.

В подводном положении лодка движется с помощью электромоторов, работающих от аккумуляторов. Для надводного хода и зарядки аккумуляторов установлены дизели. Лодка управляется вертикальными и горизонтальными рулями. Для погружения лодки в специальные цистерны впускают забортную воду. Для всплытия на поверхность воду из балластных цистерн вытесняют сжатым воздухом.

Модель подводной лодки, показанная на рисунке 56,*а*, похожа на настоящую подводную лодку. Такая модель с резиномотором под действием горизонтальных рулей может погружаться в воду, проходить под водой 10—15 *м* и вновь всплывать.

Прежде чем приступить к постройке модели, необходимо перечертить шаблоны, увеличив их, на картон (при помощи кальки или копировальной бумаги) и затем вырезать (рис. 56,*в*). Вырезанные шаблоны представляют собою обводы корпуса по шпангоутам (с первого по пятый).

Начинать работу по постройке модели следует с изготовления корпуса. Заготовленный брусок размечают согласно чертежу (операция 1) и затем обрабатывают (операция 2) (рис. 56,*б*). Подгонку корпуса модели под шаблоны делают поочередно с обоих боков, для чего разметку и обработку боков корпуса производят одновременно.

В такой же последовательности размечается и обрабатывается верх корпуса (операции 3 и 4) (рис. 56,*б*).

Закончив грубую обработку корпуса, приступают к точной подгонке корпуса модели по шаблонам (операция 5). При точной подгонке обводы корпуса модели обрабатываются при помощи наждачной бумаги или путем снятия с них тонкой стружки.

После зачистки корпуса его необходимо проолифить и, если это нужно, зашпаклевать (то-есть подготовить к покраске).

Следующей операцией является изготовление из жести рубки, горизонтальных и вертикального рулей, гребного винта и крон-

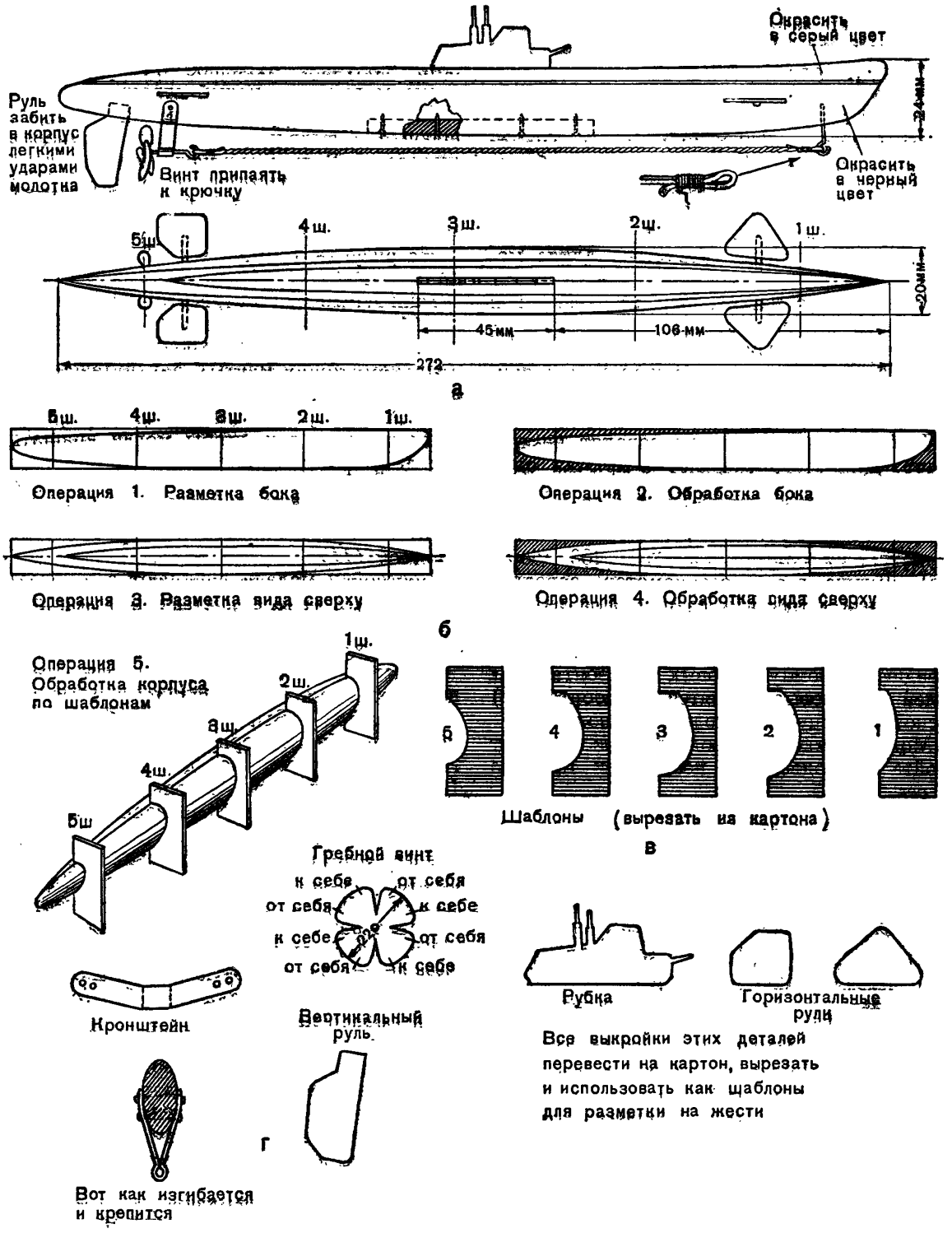


Рис. 56. Модель подводной лодки.

штейна (рис. 56,*г*). Для этого лучше всего брать белую жесть, которая легко поддается обработке. После этого приступают к сборке модели.

Корпус модели делается из бруска сухого дерева легкой породы (сосна, ель, осина, липа) размером 280 × 25 × 21 *мм*. Последовательность обработки корпуса и сборка модели показаны на чертеже.

Резиномотор делается из резиновой ленты толщиною 1 *мм* и шириною 3 *мм*. Длина резиномотора должна равняться длине модели.

Балласт подбирается из металлической пластины (лучше свинцовой) до тех пор, пока лодка не погрузится в воду до палубы. После этого его врезают в корпус и прибивают гвоздями. Готовую модель красят два-три раза.

Перед запуском модели заводят резиномотор. Для этого снимают с крючка один конец резины и растягивают резину на полторы ее длины. Растянутую резину закручивают до тех пор, пока она по всей длине не покроется колышками (350—400 оборотов). Лучше всего резиномотор заводить с помощью дрели или специальной рукоятки из проволоки с крючком. Затем, надев резину на крючок, нужно слегка наклонить переднюю кромку носовых горизонтальных рулей (кормовые ставятся горизонтально) и спокойно опустить модель на воду.

Модель такой подводной лодки может пройти в подводном положении 16 *м* за 45 *сек*.

Спецификация

№№	Наименование	Количество	Материал и размер
1	Корпус	1	Дерево—280×25×21 *мм*
2	Носовые горизонтальные рули	2	Жесть—0,4 *мм*
3	Рубка	1	Жесть—0,4 *мм*
4	Ватерлиния		Нарисовать
5	Кормовые горизонтальные рули	2	Жесть—0,4 *мм*
6	Вертикальный руль	1	Жесть—0,4 *мм*
7	Гребной винт	1	Жесть—0,4 *мм*
8	Бусинка	1	
9	Кормовой кронштейн	1	Жесть—0,4 *мм*
10	Кормовой крючок	1	Проволока—∅=1 *мм*
11	Резиномотор	1	Резина—1×4 *мм*
12	Балласт	1	Свинец—80×5×5 *мм*
13	Носовой крючок	1	Проволока—∅=1 *мм*

ПРОСТЕЙШАЯ МОДЕЛЬ ШВЕРТБОТА

Конструкция простейшей модели швертбота получила большое распространение у судомоделистов нашей страны.

Швертбот — это спортивная парусная шлюпка с выдвижным килем, называемым швертом. Втягивающийся внутрь корпуса шверт дает возможность швертботу проходить в местах с малой глубиной. Длина швертбота от 2,2 до 12 *м*.

На рисунке 57,*а* показан общий вид модели швертбота.

Рангоут модели швертбота состоит из мачты *(4)*, гика *(9)* и гафеля *(6)*. Мачта удерживается вантами, прикрепленными к топу (верхнему концу мачты), вантпутенсам *(10)* и форштагом, идущим от топа мачты к штагпутенсу *(1)*. Гафель и гик прикреплены к мачте так, чтобы могли вращаться вместе с гротом.

Углубление корпуса, в котором размещаются рулевой и команда, называется кокпитом. Кокпит огражден бортиком — комингсом *(11)*.

Постройку модели начинают с изготовления корпуса (рис. 57,*б*). Для корпуса лучше взять липовый или сосновый брусок размером 365 × 90 × 40 *мм*.

Приступая к постройке модели, следует перечертить на картон шаблоны и вырезать их (рис. 58,*а*). Вырезанные шаблоны представляют обводы корпуса модели по шпангоутам (с первого по девятый) и транца. Последовательность отдельных операций по постройке моделей показана на рисунке 58.

Начинать работу по постройке модели необходимо с изготовления корпуса. Заготовленный брусок размечают по чертежу. Вначале размечают бок (операция 1) и обрабатывают днище (согласно шаблонам) (операция 2). Следующими операциями должны быть разметка палубы (операция 3) и обработка бортов по шаблонам (операция 4).

Закончив обработку корпуса снаружи, приступают к выдалбливанию кокпита (операция 5). Окончательную зачистку (подводку) корпуса модели под шаблоны необходимо делать при помощи шкурки или стекла (рис. 58,*б*).

После этого изготовляют из жести шверт и все остальные детали по чертежам. Для упрощения модели шверт выполнен неподвижным и для лучшей остойчивости имеет балласт.

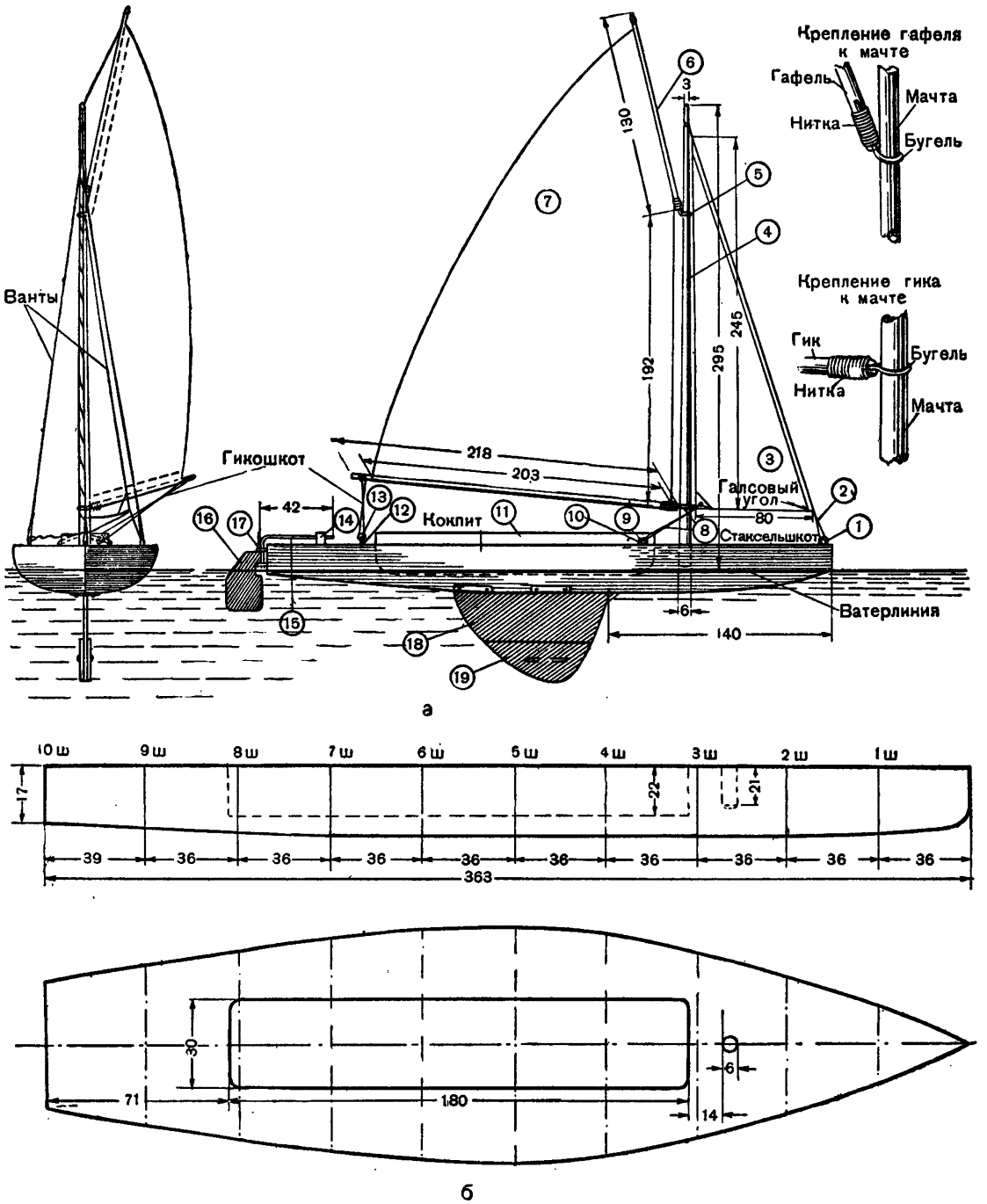


Рис. 57. Модель швертбота.

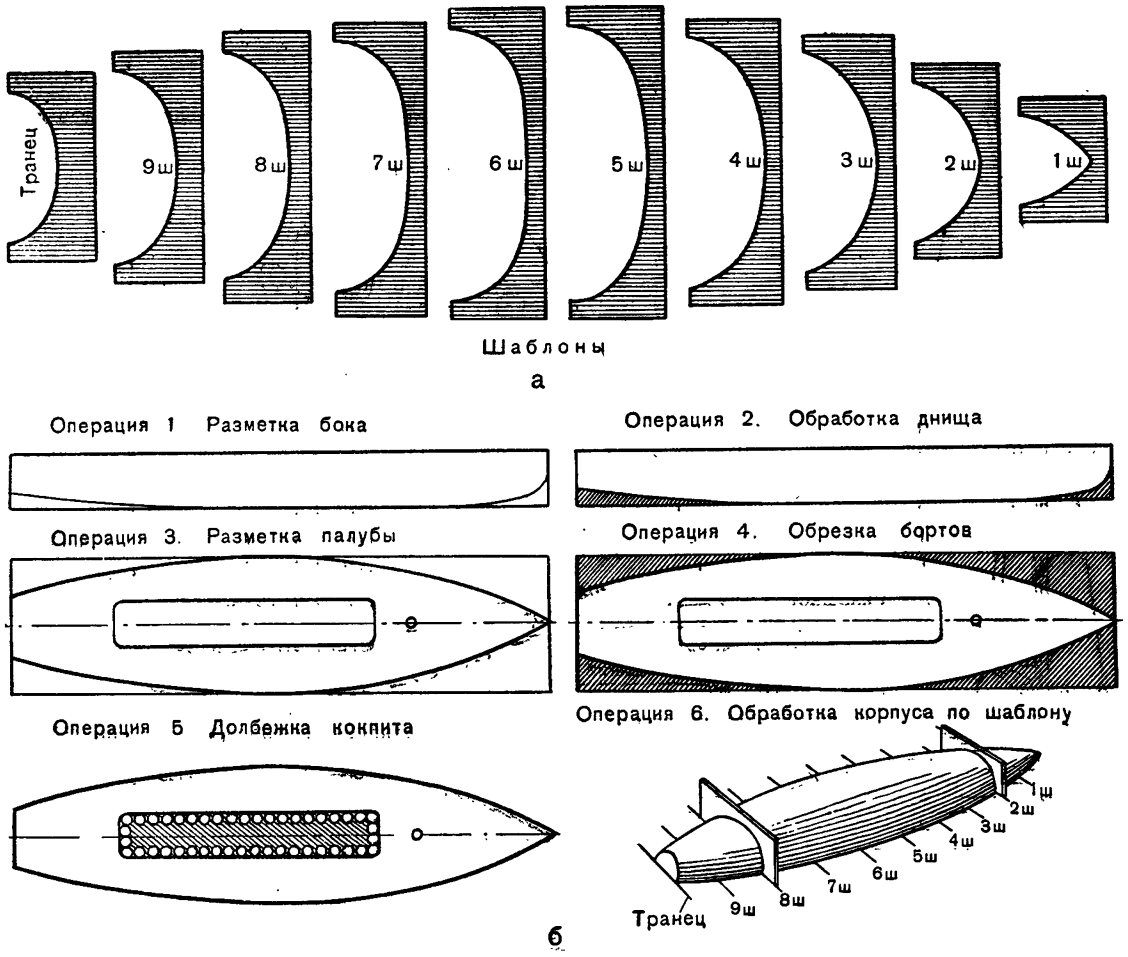


Рис. 58. Последовательность изготовления корпуса модели швертбота.

Сборку модели необходимо начинать с крепления шверта (рис. 57, *18*) с укрепленным на нем балластом (*19*). После этого на транце (в диаметральной плоскости) крепят петлю (*17*), а на палубе фиксатор румпеля (*14*). В петлях монтируется баллер руля с пером. Затем на корпусе укрепляется штагпутенс (*1*), изготовленный из гвоздя, погон (*12*) из проволоки и вантпутенсы (*10*), изготовленные также из гвоздя.

Закончив крепление всех металлических частей, приступают к креплению комингс-кокпита (*11*), вырезанного из фанеры. Отверстие в корпусе для крепления мачты сверлится 5—6-миллиметровым сверлом на глубину 15—18 *мм*.

Собрав модель, можно приступить к ее окраске. Подводную часть до ватерлинии и шверт окрашивают красной, а остальную часть корпуса, палубу и комингс белой масляной краской. Красить следует разведенными красками два-три раза. Второй и третий раз можно красить только после полного просыхания предыдущего слоя краски.

После покраски корпуса модели устанавливают мачту (на клею). На мачту крепят гик (*9*) и гафель (*6*) при помощи проволочных бугелей (*8*).

Паруса вырезают из кальки, скопировав контуры грота и стакселя с чертежа. Запускать модель следует в неглубоком водоеме в направлении, почти перпендикулярном ветру. Такой курс называется галфвинд. Удлиняя («потравливая») или укорачивая («выбирая») гротшкот и стаксельшкот и поворачивая руль, добиваются устойчивого хода модели на данном курсе.

Такие модели при умелом запуске хорошо ходят по курсу.

Спецификация

№№	Наименование	Количество	Материалы и размеры
1	Штагпутенс	1	Гвоздь—∅=1 *мм*
2	Форштаг	1	Нитки
3	Стаксель	1	Калька, х/б ткань
4	Мачта	1	Дерево—295×6×6 *мм*
5	Бугель гафеля	1	Жесть—35×5×0,5 *мм*
6	Гафель	1	Дерево—130×3×3 *мм*
7	Грот	1	Калька
8	Бугель гика	1	Проволока—∅=1 *мм*
9	Гик	1	Дерево—218×4×4 *мм*
10	Вантпутенс	2	Гвоздь—∅=1 *мм*
11	Комингс кокпита	4	Фанера—180×23 *мм*
12	Погон	1	Проволока—∅=1,5 *мм*
13	Рым	1	Проволока—∅=1 *мм*
14	Фиксатор румпеля	1	Резинка—7×7×7 *мм*
15	Румпель и баллер	1	Проволока—∅=1,5 *мм*
16	Перо руля	1	Жесть—45×25×0,5 *мм*
17	Петля баллера руля	2	Гвоздь—∅=1 *мм*
18	Киль	1	Жесть—100×65 *мм*
19	Балласт	2	Сталь—65×26×2 *мм*

МОДЕЛЬ СПОРТИВНОГО КАТЕРА Б-4

Модель спортивного катера Б-4 на пятом московском городском соревновании на первенство ДОСААФа 1953 года завоевала первое место (рис. 59).

Последовательность в работе по постройке модели рекомендуется следующая. После заготовки согласно спецификации необходимых строительных материалов изготовляют отдельные части набора корпуса (шпангоуты, стрингеры, киль) и все дельные вещи модели (якорь, руль, кнехты, шпиль, спасательный пояс и другие). Затем приступают к постройке корпуса наборным способом.

С окончанием постройки корпуса в нем устанавливают (монтируют) двигатель *(12)* и валолинии *(19)*.

Установку двигателя на фундамент необходимо делать с таким расчетом, чтобы ось двигателя и ось гребного вала составляли одну прямую. Гребной вал рекомендуется устанавливать под углом 15—18° по отношению к килю.

Фундамент изготовляют с таким расчетом, чтобы он был низким и обеспечивал необходимый угол наклона мотора. Фундамент крепится на шурупах и клею к килю и шпангоуту.

Дейдвудную трубку *(19)* устанавливают со смонтированными на ней сальниками. Отверстия для дейдвудной трубки сверлят одновременно с килем и шпангоутом (переборкой) с расчетом тугой посадки трубки.

Установив мотор и соединив с ним при помощи гибкого валика (или хомутика) гребной вал, нужно убедиться, что ничто не мешает работе двигателя и вращению валолинии. После этого к мотору подводят выхлопную трубу и укрепляют ее в отверстии *(32)* корпуса. Смонтировав основные детали внутри корпуса, переходят к креплению деталей на корпусе. Желательно при этом все дельные вещи и рубку монтировать отдельно на палубе. Установку гребного винта на валу следует делать до установки баллера руля в петли. Руль устанавливается на корпус в собранном виде.

Шпаклевки и первую покраску корпуса модели делают до установки на нем деталей. К окончательной покраске и отделке модели приступают после полной сборки модели и крепления палубы.

Модель спортивного катера Б-4 действует с помощью компрессионного двигателя К-16 без приспособления для водяного охлаждения. Охлаждение цилиндра мотора достигается на ходу с помощью специального устройства в рубке катера — ветрового дефлектора *(14)*.

Устроен дефлектор весьма просто. Он изготовляется из четырех кусков тонкой фанеры, скрепленных между собой на клею при помощи деревянных брусочков (рис. 60, внизу).

Длина расчетная $L = 700$ *мм*
Ширина расчетная $B = 156$ *мм*
Осадка $T = 46$ *мм*
Высота борта $H = 79$ *мм*
Водоизмещение $Д = 3{,}55$ *кг*

$$\frac{H}{B} = 4{,}7;\ \frac{B}{T} = 3{,}4;\ \frac{H}{T} = 1{,}9$$

Коэффициент полноты водоизмещения = = 0,66
Длина наибольшая $\delta = 740$ *мм*
Ширина габаритная $B = 180$ *мм*

Для постройки корпуса модели рекомендуется наборный способ.

Рубка крепится к корпусу катера при помощи оси *(9)* и защелки *(16)*.

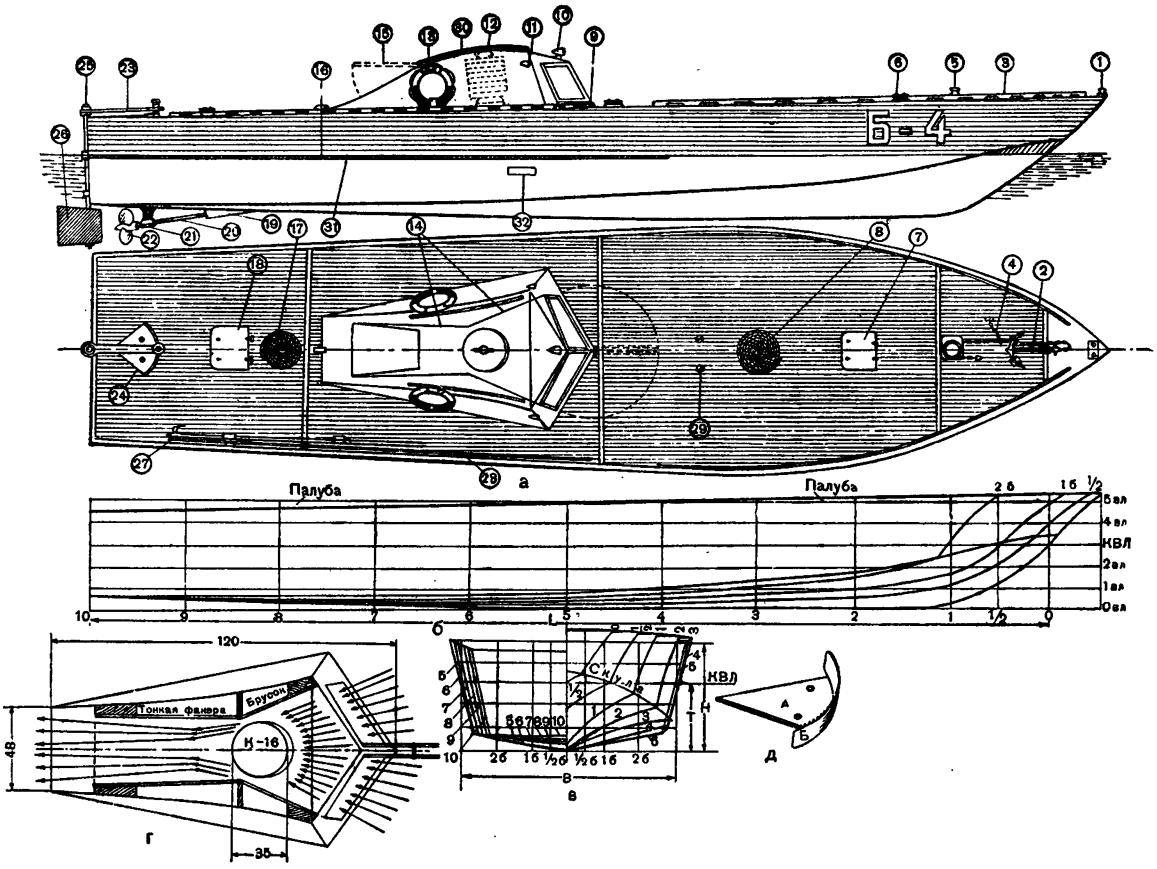


Рис. 59. Общий вид и теоретический чертеж модели спортивного катера.

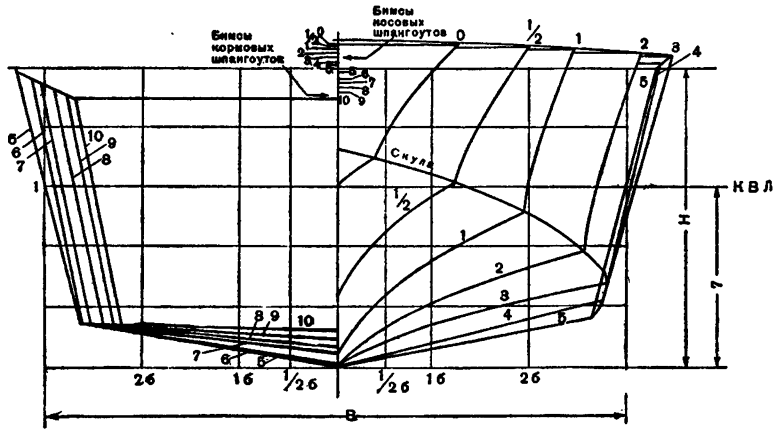


Рис. 60. Чертеж теоретического корпуса модели спортивного катера.

Перо руля катера Б-4 должно быть точно установлено в диаметральной плоскости и под любым углом (в пределах 30° на борт). Устанавливают руль, смещая румпель руля *(23)* по сектору рулевого устройства *(24)*.

Сектор *(24)* изготовляется из двух медных или железных пластинок, припаянных друг к другу по радиальному срезу пластинки *А*. На верхней кромке пластинки *Б* нарезаются ножовкой зубья. Чем мельче зубья, тем точнее можно установить руль.

Перед тем как пустить модель с заведенным мотором на воду, моделист должен закрыть рубку и закрепить ее защелкой, открыть ветровые окна, поднять люк рубки и закрепить его на шверте.

Спецификация

№№ п/п.	Наименование деталей	Количество	Материал и размеры
1	Носовой кип . . .	4	Алюминий—4×6 *мм*
2	Якорь	1	Дерево, алюминий—10×25×4 *мм*
3	Палубный брус . .	2	Дерево—800×10×10 *мм*
4	Цепной стопор . .	1	Алюминий, свинец—15×8×8 *мм*
5	Шпиль	1	Дерево—∅=20 *мм*
6	Кнехт	2	Дерево—∅=15 *мм*
7	Люк носовой . . .	2	Фанера—2 *мм*
8	Бухта троса . . .	1	Шпагат—180 *мм*
9	Ось люка рубки .	1	Проволока—0,5 *мм*
10	Прожектор . . .	1	Дерево—∅=18 *мм*
11	Отличительные огни	2	Металл—∅=4 *мм*
12	Поручни	2	Проволока—∅=1 *мм*
13	Спасательный круг	2	Липа—30×50×5 *мм*
14	Ветровой дефлектор	1	Фанера—2—3 *мм*
15	Люк рубки . . .	1	Фанера—2 *мм*
16	Защелка	1	Фанера—3 *мм*
17	Бухта троса кормовая	1	Шпагат—180 *мм*
18	Люк кормовой . .	1	Фанера—3 *мм*
19	Дейдвуд	1	Металлич. трубка—∅=6—8 *мм*
20	Гребной вал . . .	1	Серебрянка—3—4 *мм*
21	Кронштейн вала .	1	Металл—140×15×3 *мм*
22	Гребной винт . .	1	Металл—60×60×1 *мм*
23	Румпель	1	Металл—∅=3—4 *мм*
24	Сектор рулевого устройства . . .	1	Металл—100×15×2 *мм*
25	Баллер руля . . .	1	Серебрянка—∅=4 *мм*
26	Перо руля	1	Фанера или латунь—60×40×3 *мм*
27	Отпорный крюк .	1	Дерево—∅=4 *мм*
28	Футшток	1	Дерево—∅=4 *мм*
29	Пробка от горловины (для заливки горючего) . .	1	Металл—∅=3 *мм*
30	Рубка	1	Фанера—2 *мм*
31	Привальный брус	1	Дуб, бук—800×10×8 *мм*
32	Отверстие выхлопной трубы . . .	1	Жесть—160×60×1 *мм*

На общем виде модели катера изображен трехлопастный гребной винт (наименьший для модели) диаметром 288 *мм* и с шаговым углом винта 25°. Моделист может подобрать гребной винт самостоятельно, но в пределах: диаметр от 30 *мм* до 40 *мм*, а шаговый угол винта от 18 до 25°. С увеличением диаметра винта необходимо уменьшить шаговый угол винта. На испытаниях в 1953 году модель катера Б-4, построенная Иваном Рожковым (школа № 510, Москва) развила скорость 8,5 *м/сек*.

На рисунке 60 изображен теоретический корпус модели катера в масштабе 1 : 2 от натуральной величины.

МОДЕЛЬ ЭСКАДРЕННОГО МИНОНОСЦА „ХРАБРЫЙ"

Эскадренные миноносцы — быстроходные боевые корабли Военно-Морского Флота — предназначены для внезапных торпедных атак кораблей и транспортов противника. Кроме того, эсминцы используются для разведки, установки минных заграждений, артиллерийской поддержки десанта; действуют против подлодок, конвоируют транспорты.

Чертежи, разработанные С. Захаровым (см. вкладку сборника), являются пособием для постройки модели эсминца современного типа, имеющего шесть 127-миллиметровых пушек главного калибра, восемнадцать 37-миллиметровых зенитных пушек и два четырехтрубных торпедных аппарата.

На корме установлены два стеллажа для глубинных бомб и бомбомет. На палубу можно принять до 20 якорных мин.

Скорость эсминца доходит до 42 узлов, что для данной модели (М = 1 : 75) будет соответствовать 2,52 *м/сек*.

Последовательность в работе по постройке модели эсминца рекомендуется соблюдать такую же, что и при постройке модели спортивного катера Б-4. При этом следует помнить, что:

а) при установке редуктора последний крепится к шпангоуту и килю;

б) палубу там, где устанавливают двигатель, делают съемной;

в) надстройки, артиллерию, торпедные аппараты и все остальные дельные вещи монтируют на палубе до установки ее на корпус модели (желательно, чтобы они были вращающимися);

г) шпаклевку и покраску дельных вещей делают до установки их на палубу;

д) валолинию (или валолинии, при двух гребных винтах) устанавливают под углом в 8—10° по отношению к килю;

е) двигателем для модели служит электромотор, компрессионный мотор Б-51 и паровая машина ЦММЛ-К-5;

ж) корабельные огни можно сделать действующими, применив для этого установку из маленьких медицинских лампочек, которые питаются от батарейки карманного фонаря, установленной в корпусе модели;

з) первые ходовые испытания желательно проводить без верхних надстроек.

№№ п/п.	Корабельные огни	Количество	Цвет
1	Нижний топовый .	1	Белый
2	Отличительный .	2	Правый — зеленый, левый — красный
3	Буксирно-аварийный	5	Белых — 3, красных — 2
4	Клотиковый . . .	6	Белых — 4, красных — 2
5	Верхний топовый	1	Белый
6	Верхний кильватерный	1	Белый
7	Нижний кильватерный	1	Белый
8	Ходовой гакобортный	1	Белый

Спецификация

№№ п/п.	Наименование деталей	Количество	Материал и размеры
1	Гюйс и гюйсшток	1	Бумага, проволока—∅=12 *мм*
2	Крышка люка . .	7	Целлулоид, жесть—0,3 *мм*
3	Якорь холло . . .	2	Латунь, оргстекло
4	Якорный клюз . .	2	Жесть—0,3 *мм*
5	Стопор легофа . .	2	Латунь—0,4 *мм*, жесть—0,3 *мм*
6	Шпиль	2	Латунь—13 *мм*
7	Кнехт	6	Латунь—4 *мм*, оргстекло—4 *мм*
8	Спасательный круг	12	Оргстекло—10 *мм*
9	Дефлектор вентиляционный . .	9	Оргстекло—4,5 *мм*
10	Киповая планка .	16	Оргстекло, латунь
11	Волноотвод . . .	1	Жесть—0,3 *мм*
12	Башня главного калибра	3	Жесть—0,3 *мм*
13	Кранец первых выстрелов . . .	13	Жесть—0,3 *мм*
14	Машинный телеграф	2	Оргстекло, пластмасса
15	Главный дальномерный пост . .	1	Жесть—0,3 *мм*
16	Антенна радиолокатора	1	Проволока—0,4 *мм*
17	Сигнальный прожектор	2	Латунь, оргстекло
18	Радиопеленгаторная рамка . . .	1	Проволока—0,3 *мм*
19	Сирена	1	Латунь
20	Антенна		Медная проволока—0,1 *мм*
21	Пароотводная трубка	4	Латунная проволока—11 *мм*
22	Торпедный аппарат	2	Жесть—0,3 *мм*, проволока—0,4 *мм*
23	Щит универсальной пушки . . .	9	Жесть—0,3 *мм*
24	Спасательный плот	6	Липа, фанера
25	Трапы различные	27	Жесть 0,4 *мм*, провол.—∅=0,4 *мм*
26	Пожарные шланги	6	Ткань, проволока—∅=0,3 *мм*
27	Фалы сигнальные	20	Шелковые нити
28	Кормовой дальномерный пост	1	Жесть—0,3 *мм*
29	Пластырь, брусья, клинья	2	Ткань, спички
30	Рында	1	Латунь
31	Леерное ограждение	—	Леерные стойки—0,4 *мм*, леера=0,1 *мм*
32	Бомбомет	1	Липа
33	Кран	1	Проволока—∅=0,5 *мм*
34	Стеллаж глубинных бомб . . .	2	Проволока—∅=0,5 *мм*
35	Военно-морской флаг и флагшток	1	Бумага, проволока
36	Герб Советского Союза	1	Латунь
37	Четырехвесельный ял	1	Липа
38	Кожух вентилятора	2	Жесть—0,3 *мм*
39	Свисток	1	Проволока—∅=0,5 *мм*, латунь
40	Клюз палубный .	2	Жесть=0,3 *мм*
41	Вьюшка	6	Проволока—∅=0,4 *мм*, жесть, липа
42	Сетка для сигнальных флагов	3	Жесть—0,3 *мм*
43	Шлюпбалки . . .	4	Проволока—∅=1,2 *мм*, трубка—∅=2 *мм*
44	Катер	1	Липа
45	Минный путь . .	2	Проволока—∅=0,4 *мм*
46	Привальный брус	2	Целлулоид
47	Репитер гирокомпаса	2	Пластмасса
48	Вымпел	1	Бумага
49	Пост управления шпилем	2	Пластмасса
50	Оградители гребных винтов . .	2	Жесть—0,3 *мм*, проволока—∅=0,8 *мм*
51	Ребра жесткости	12	

Главные размерения

Длина по КВЛ	$L_{вл}$ = 1 292 *мм*
Длина наибольшая	$L_н$ = 1 350 *мм*
Ширина	B = 124 *мм*
Осадка	T = 64 *мм*
Высота борта	H = 104 *мм*
Водоизмещение	$Д$ = около 5 000 *г*
Шпация	$з$ = 80 *мм*

В соответствии с Единой Всесоюзной Классификацией осадка, диаметр винтов и площадь руля увеличены.

Способ постройки корпуса рекомендуется наборный. Но корпус можно спаять и из жести по болванке.

МОДЕЛЬ ЯХТЫ КЛАССА „П"

Яхта — это легкое, небольшое, с одной или двумя мачтами парусное судно, предназначенное для прогулок, экскурсий и спортивных соревнований. Парусные яхты делятся на килевые — с большим, неподвижно закрепленным килем, и швертботы — с небольшим выдвижным килем — швертом.

Яхта класса «П»—килевая яхта (рис. 61). За основу проекта модели принята яхта «Звездного класса». Для постройки корпуса модели рекомендуем наборный способ.

Набор корпуса изготовляется из фанеры толщиной 4 *мм*. Обшивка корпуса и палубы — из картона толщиной 1 *мм* или ватманской бумаги в два слоя. Но обшивку корпуса модели можно делать и из качественной миллиметровой фанеры.

На килевую раму на клею ставятся все шпангоуты (рис. 63). Бруски № 1, 2, 3, 4 крепятся на клею и гвоздях. В вырезы в шпангоутах на клею ставятся все стрингеры (рис. 62). Места соединений временно стягиваются проволокой. После полного просыхания клея проволока снимается и кромки стрингеров, выступающие за обводы, зачищаются напильником.

Наложив бумагу на набор корпуса, обчерчивают очертания отдельно каждой половины днища, каждого борта и палубы. Вырезав два слоя обшивки, их склеивают: отдельно оба слоя обшивки и каждого борта и оба слоя настила палубы. Для склейки первый слой бумаги растягивают и закрепляют на ровной поверхности стола, смазав первый слой эмалитом или клеем АК-20, на него кладут второй слой и, разглаживая ладонью, склеивают. После вторичного просыхания обшивки ее выступающие кромки обрезают и зачищают напильником или шкуркой. Затем внутреннюю поверхность обшивки и набора окрашивают два-три раза масляной или нитрокраской, после чего приклеивают обшивку палубы.

Когда обшивка палубы высохнет, ее выступающие кромки обрезают и зачищают.

Изготовив деревянную модель одной половины балласта, ее смазывают каким-либо маслом или жиром и отформовывают в гипсе, алебастре или глине. После полного просыхания формы обе половины балласта отливают из свинца, зачищают отливки напильником и просверливают в них отверстия для гвоздей. Если свинца нет, балласт можно изготовить из железных пластинок, обработав их напильником согласно обводам чертежа. Затем прикрепляется балласт к килю.

Прошпаклевав и прошкурив корпус, модель окрашивают три-четыре раза масляной краской: подводную часть — красной, а надводную — белой.

Спецификация

№№ п/п.	Наименование	Колич.	Материал
1	Штагпутенс (планка)	1	Латунь 0,8—1,2 *мм*
2	Гаки	7	Проволока 1,2—1,5 *мм*
3	Степс (планка)	1	Латунь 0,6—0,8 *мм*
4	Стаксель-шкоты	2	Леска 1—1,3 *мм*
5	Форштаг	1	Леска 1,5—2 *мм*
6	Ликтрос		Леска 1,3—1,5 *мм*
7	Слаблинь		Леска 1—1,3 *мм*
8	Гик	1	Сосна, липа
9	Флюгарка	1	Медная фольга
10	Вантпутенсы (планки)	4	Латунь 0,8—1,2 *мм*
11	Талреп	6	Проволока 1,2—1,5 *мм*
12	Ванты	4	Леска 1,5—2 *мм*
13	Краспица	1	Авиафанера 3,5—4 *мм*
14	Гикашкоты	2	Леска 1,3—1,5 *мм*
15	Утка	2	Латунь, алюминий
16	Шпор	1	Медная трубка ∅ 10 *мм*
17	Мачта	1	Сосна
18	Ахтерштаг	1	Леска 1,5 *мм*
19	Балласт	1×2	Свинец 2×550 *г*
20	Киль	1	Фанера 4 *мм*
21	Ватерлиния		Нитка на клею
22	Штагпутенс	1	Латунь, аллюминий

Основные размерения модели

Наибольшая длина	750 *мм*
Наибольшая ширина	185 *мм*
Осадка	180 *мм*
Сред. надводн. борта	40 *мм*
Высота вооруж. над палубой	908 *мм*
Площадь парусов	20 *дм*²
Водоизмещение	1,8 *кг*

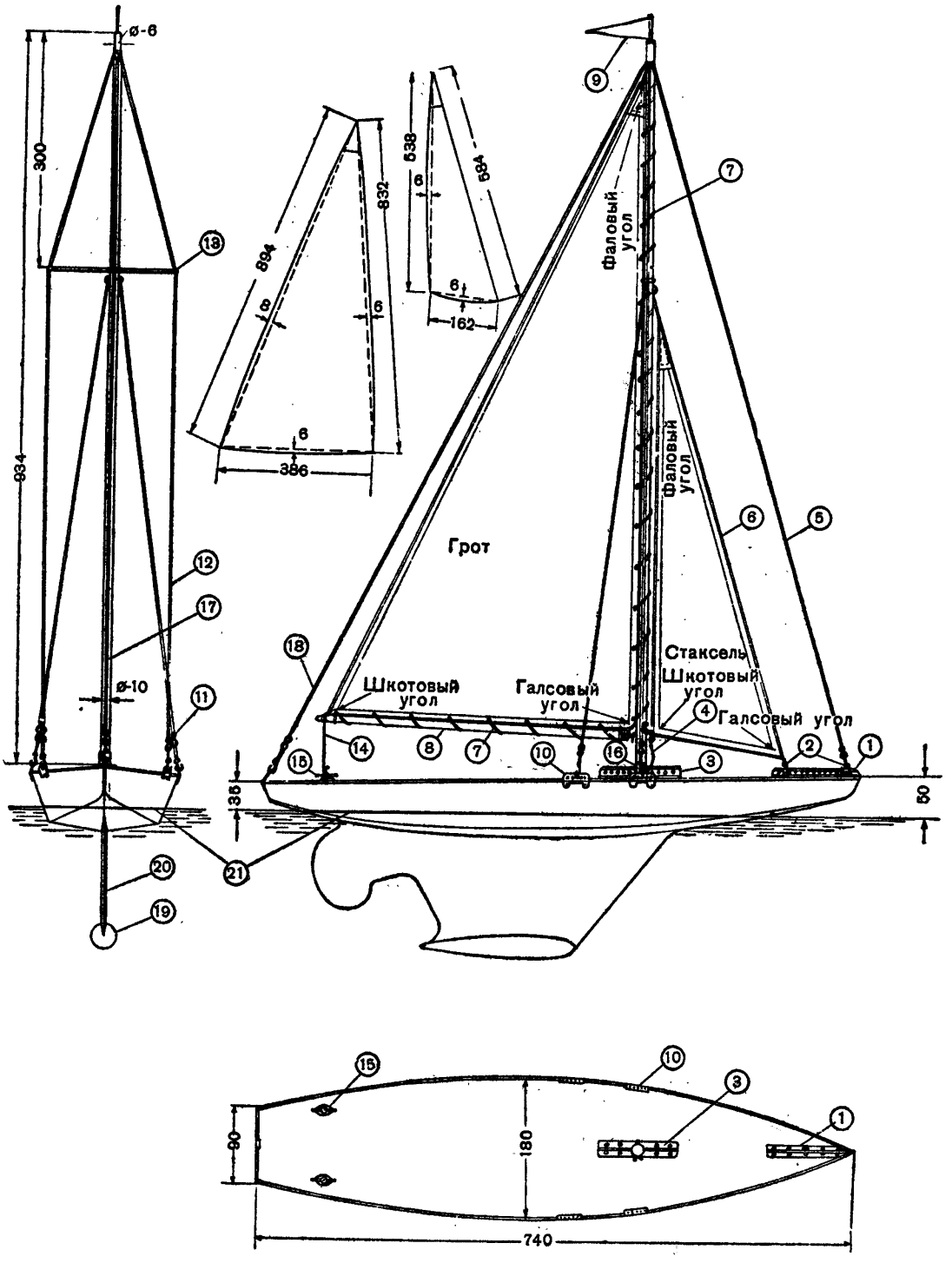


Рис. 61. Модель яхты класса «П».

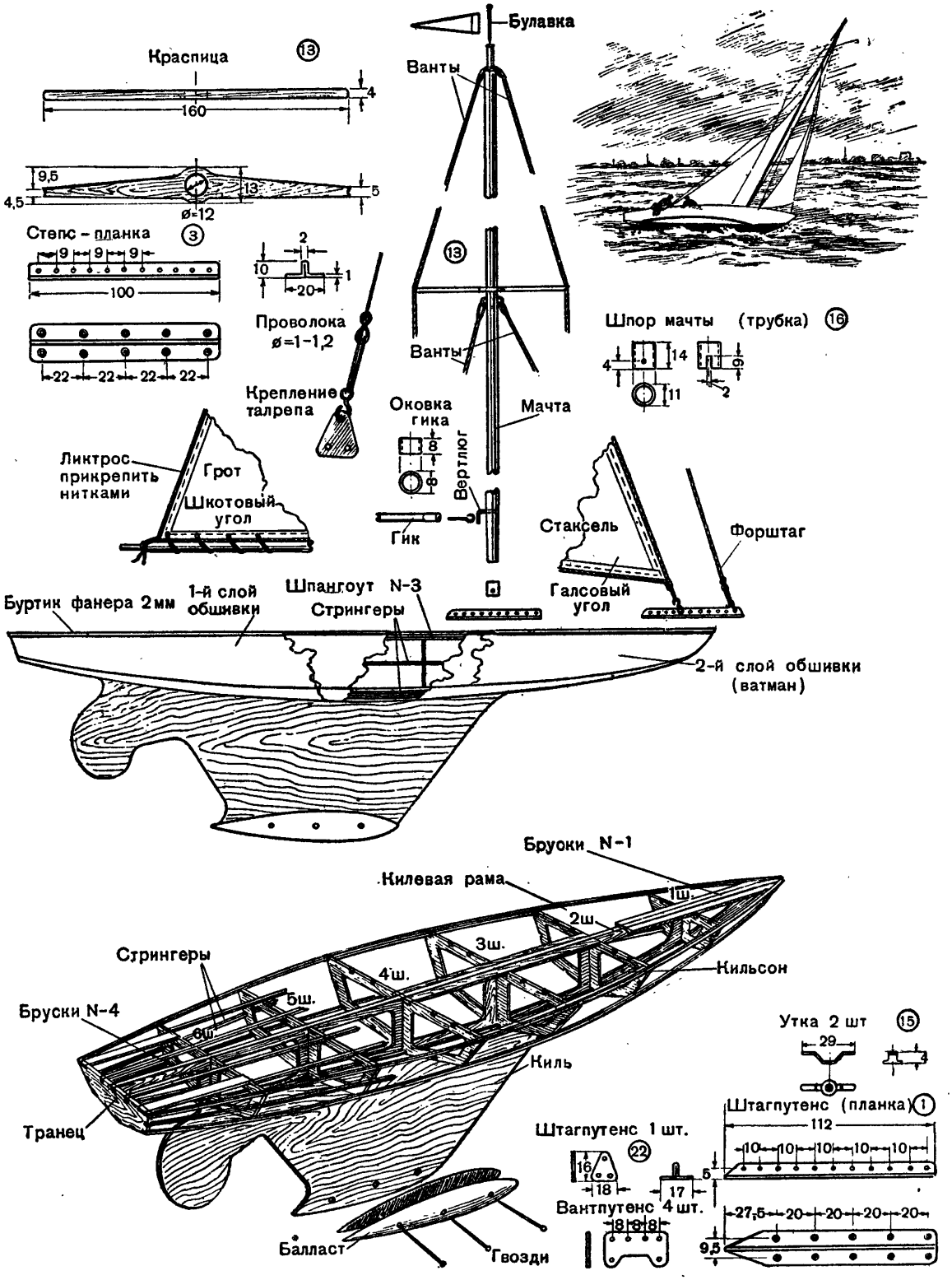


Рис. 62. Конструктивный чертеж модели яхты класса «П».

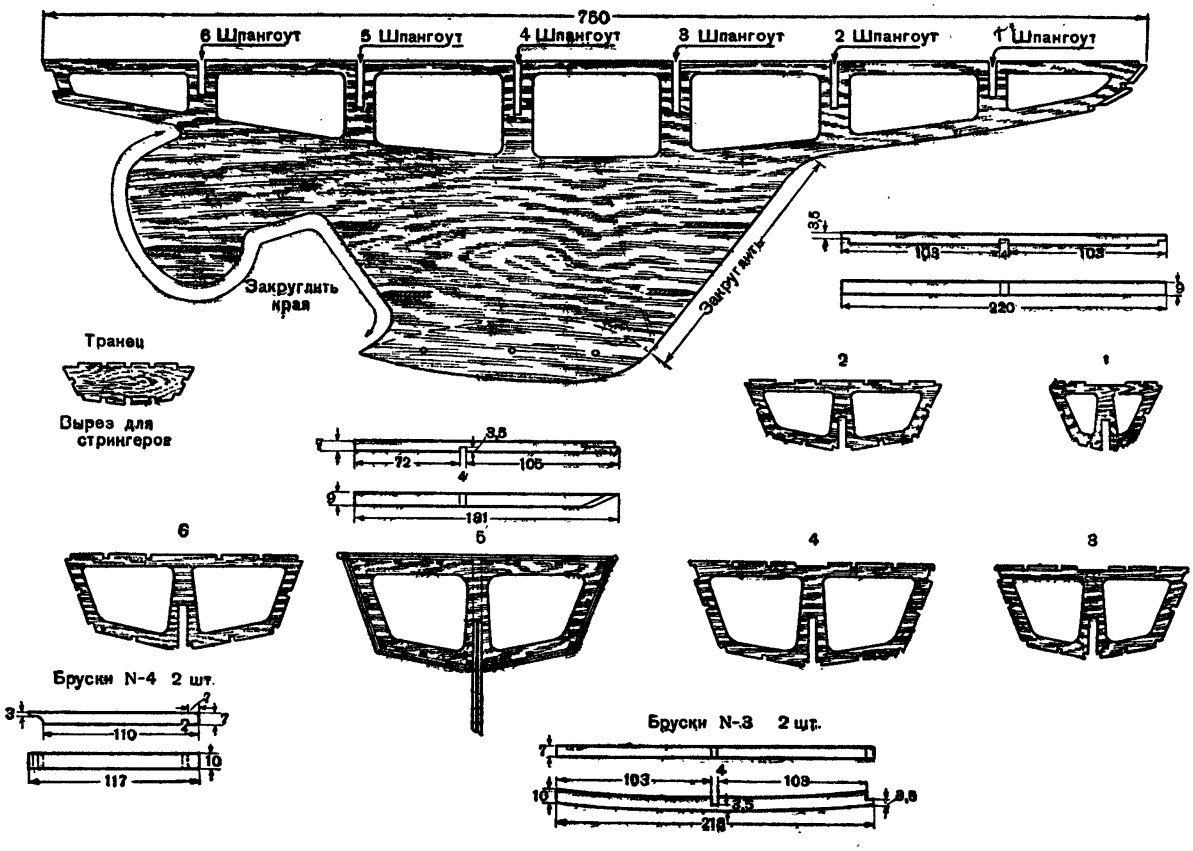


Рис. 63. Конструктивный чертеж модели яхты класса «П».

Паруса выкраиваются из шелка, сатина или бязи. Перед тем как кроить, ткань надо намочить и отгладить. При изготовлении парусов по размерам, указанным на чертеже, к каждой кромке паруса надо прибавить по 7—8 *мм* и, сделав двойной загиб, прострочить шов на швейной машине.

Сборку парусного вооружения начинают с крепления на корпусе шурупами степса, уток, штаг- и вантпутенсов. На мачту надевают шпор и краспицу, которую закрепляют в степсе стоячим такелажем. После этого крепят стаксель и грот.

МОТОРНАЯ ЛОДКА С ПОДВЕСНЫМ МОТОРОМ

Машиностроительные заводы освоили в 1954 году массовое производство подвесных моторов различных мощностей. Эти моторы нашли широкое применение в водомоторном спорте в нашей стране.

Морские моделисты старших возрастов, приобретая опыт в изготовлении моделей, могут приступить к постройке малого быстроходного судна — моторной лодки. Подобрав соответствующий строительный материал (согласно спецификации к мотолодке), моделист может в течение трех зимних месяцев работы в кружке построить эту лодку.

В пионерских или туристских лагерях старшие моделисты (3—4 человека) для участия в соревнованиях, туристских походах, для обслуживания массовых мероприятий, проводимых на воде, могут построить моторную лодку в течение 14—15 дней.

Работа над изготовлением мотолодки и овладение ее вождением обогатят знания юных судомоделистов. Изучив мотор внутреннего сгорания, они научатся использовать его как двигатель на спортивных судах; готовясь к соревнованиям, они изучат правила плавания по внутренним водам СССР.

Конструкция мотолодки Б-5 получила большое распространение в любительском

судостроении первичных организаций ДОСААФа Москвы. Морской моделист комсомолец рабочий фабрики «Красный Октябрь» Борис Басов является чемпионом Москвы 1953 года по водомоторному спорту на мотолодке этой конструкции.

В мотолодке Б-5 могут удобно разместиться четыре человека: два на переднем и два на заднем съемном сидении (диване). Во время соревнований диван снимается и вместо него на слани стелят коврик или пробковый матрац. На мотолодке также можно перевозить грузы весом в 200—250 *кг*.

Основные тактико-технические элементы мотолодки

№№ п/п.	Наименование элемента	Размерность	Величина
1	Длина наибольшая	*м*	3,89
2	Длина по конструктивной ватерлинии	*м*	3,70
3	Ширина наибольшая	*м*	1,3
4	Высота борта на миделе у шпангоута № 5	*м*	0,45
5	Надводный борт у форштевня . .	*м*	0,50
6	„ „ у транца	*м*	0,30
7	Осадка корпуса порожнем, без мотора	*м*	0,10
8	Осадка корпуса с мотором при нагрузке в 4 человека (300 *кг*)	*м*	0,24
9	Вес пустого фанерного корпуса .	*кг*	70
10	Водоизмещение мотолодки при нагрузке в 4 человека	*кг*	450
11	Мощность мотора	*л. с.*	3,5-25
12	Скорость хода мотолодки (в зависимости от мощности мотора и нагрузки)	*км/час*	11—46

Зависимость скорости мотолодки от величины нагрузки и мощности установленного мотора показана на рисунке 64.

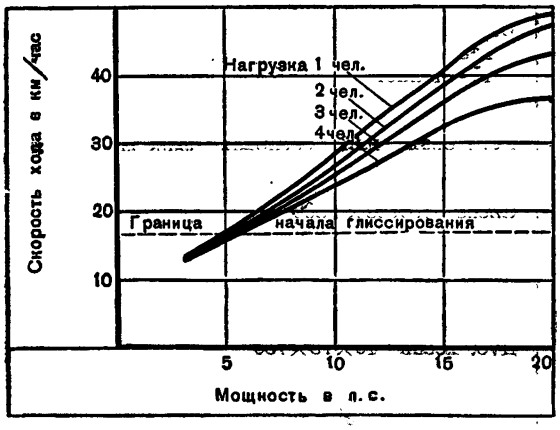


Рис. 64. Зависимость скорости мотолодки от величины нагрузки.

На конструктивном чертеже (см. вкладку) показан набор мотолодки, который состоит из следующих частей: киля *(1)*, соединенного с форштевнем *(2)* при помощи замка на клею (ВИАМ Б-3, АК-20, казеиновом) и двух болтов. В корме к килю при помощи кницы *(3)* и железной полосы (трубы) *(4)* прикреплен транец *(5)*. Десять шпангоутов *(6)* обеспечивают поперечную прочность мотолодки.

Стрингеры: днищевые *(7)*, скуловые *(8)*, бортовые *(9)*, палубные *(10)*, а также киль и обшивка обеспечивают продольную прочность мотолодки.

Жесткость бортов увеличена привальными брусьями *(11)*, которые соединяются с транцем при помощи деревянных книц *(12)*. Обвязка *(13)*, проходящая по обоим бортам, соединяется у форштевня брештуком *(14)*. Обшивка борта *(15)*, палубы *(16)* и днища *(17)* делается из листов водоупорной фанеры. Днищевая обшивка крепится с помощью шурупов и клея к шпангоутам, килю и скуловым стрингерам. Бортовая обшивка таким же образом крепится к шпангоутам, скуловым стрингерам и обвязке. К бортовым и днищевым стрингерам обшивка лишь приклеивается. Палубная обшивка крепится к бимсам *(18)*, привальному брусу *(11)* и обвязке *(13)*.

Слани *(20)*, составленные из двух щитков, опираются на днищевые ветви шпангоутов и предохраняют дно мотолодки от внутреннего пролома.

Переднее и заднее сидения (диван) *(21)* представляют собой отдельную съемную конструкцию, не связанную жестко с корпусом мотолодки. Конструкция дивана проста.

На носовой палубе перед волноломом *(23)* установлен кнехт *(22)* для швартовки мотолодки. На конструктивном чертеже даны два варианта изготовления шпангоутов: цельный, выпиленный из 10-миллиметровой фанеры, и наборный — шпангоут № 4, который изготовлен из сосновых брусков и фанерных книц (кница у киля называется флора).

На конструктивном шпангоуте № 7, кроме перечисленных основных частей набора, показаны фальшкиль *(24)* и буртик *(25)*, изготовленные из дубовой доски и служащие для предохранения корпуса при швартовке.

К килю (десятью шурупами 3 × 22 *мм*) в районе седьмого шпангоута крепят плавник *(26)*. Плавник служит для придания мотолодке большей остойчивости, а также лучшей устойчивости на курсе при хождении на больших скоростях.

Спецификация к постройке моторной лодки Б-5

№№ п/п.	Название детали	Колич-во в шт.	Материал (заготовочные размеры даны в *мм*)
1	Киль	1	Сосна — 80×40×3 500
2	Фальшкиль	1	Дуб — 18×50×3 500
3	Скуловой стрингер	2	Сосна — 40×40×4 450
4	Днищевой стрингер	4	Сосна — 20×30×3 800
5	Бортовой стрингер	4	Сосна — 18×30×4 450
6	Привальный брус	2	Сосна — 20×40×4 450
7	Обвязка борта	2	Сосна — 20×30×4 500
8	Слань	12	Сосна — 18×40×1 500
9	Обшивка днища	6 (лист.)	Фанера березовая авиационная толщиной 5 или качественная березовая строительная 6
10	Обшивка борта и палубы	6 (лист.)	Фанера березовая авиационная толщиной 4 или качественная березовая строительная 5
11	Шпангоут	11	1-й вариант — цельный шпангоут: из березовой авиационной фанеры толщиной 10 — 12 — 4 листа или из березовой строительной фанеры толщиной 12 — 15 — 4 листа 2-й вариант — наборный шпангоут: из сосны 24×80×900, в количестве 48 штук или из березовой качественной фанеры 5—2 листа для книц и флор
12	Форштевень	1	1-й вариант — березовая авиационная (или качественная строит.) фанера 12 — 15—1 лист 2-й вариант — буковая или дубовая доска 35×300×1 000
13	Транец	1	Березовая авиационная фанера 10 или качественная березовая строительная фанера 12 — 15 — 1 лист
14	Обшивка дивана	3 листа	Березовая или сосновая фанера толщиной 2 — 3
15	Каркас дивана	8	Сосна—18×65×1 500
16	Бимса палубная	2	Сосна—20×80
17	Буртик	2	Дуб, ясень—18×25×4 550
18	Волнолом	2	Дуб, ясень—10×75×750
19	Фальшмиль	1	Дуб, ясень—18×60×3 800

№№ п/п.	Название детали	Колич-во в шт.	Материал (заготовочные размеры даны в *мм*)
20	Крепежные материалы		
	а) Болты	2	Диаметром 5 (с плоской головкой для крепления киля с форштевнем)
	б) Шурупы с потайной головкой	0,3 *кг*	Размером 2,5×9 (для крепления бортовой и палубной обшивки)
	в) » » »	0,5 »	Размером 3×18 (для крепления днищевой обшивки)
	г) Шурупы с потайной головкой .	0,8 »	Размером 3×30 (для крепления продольного набора к шпангоутам и для сборки слани)
	д) » » »	0,3 »	Размером 4×40 (для крепления шпангоутов к килю и скуловых стрингеров к шпангоутам)
	е) » » »	0,3 »	Размером 4×60 (для крепления фальшкиля, брештуки и книц)
21	Клей ВИАМ Б-3	6 »	Или АК-20 — 8 *кг*, или казеиновый — 8 *кг*
22	Краски		
	а) Для масляного покрытия:		
	Олифа натуральная	1,5 »	
	Сурик свинцовый сухой	0,8 »	
	» железный	0,75 »	
	Охра сухая	0,7 »	
	Мел сухой (тальк)	1,4 »	
	Белила свинцовые густотертые	1,6 »	
	Сажа ламповая	0,1 »	
	Сиккатив	0,05 »	
	Лак № 2 масляный	0,5 »	
	б) Для нитропокрытия:		
	Смола ВИАМ-Б	1,4 »	
	Ацетон чистый	0,4 *л*	
	Контакт керосиновый (ГОСТ 463-43)	0,3 *кг*	
	Нитрогрунт ДА-113	3 »	
	Нитрошпаклевка АШ-30 . . .	1,8 »	
	Нитроэмаль ДМ	4 »	
23	Металлы		
	а) Плавник	1	Дюралюминий размером 3×15×30
	б) Железная полоса или труба (для крепления транца к килю) . . .	1	Размером 2×5×50 (или труба — 25×30, дл. 550)
24	Вспомогательный материал		
	а) Гвозди строительные	0,3 *кг*	

Для постройки мотолодки рекомендуется наборный способ со сборкой корпуса «вверх килем». Сборка корпуса «вверх килем» требует более сложной установки шпангоутов, но зато собранный таким образом корпус гораздо удобнее для обшивки.

Очередность постройки необходимо соблюдать такую же, что и при постройке модели, то-есть:

1) заготовить строительный материал согласно спецификации;

2) изготовить отдельные части набора корпуса мотолодки;

3) установить стапель;

4) собрать корпус мотолодки на стапеле;

5) обшить корпус мотолодки фанерой (днищевой и бортовой обшивкой);

6) установить фальшкиль и буртик;

7) зачистить, прошпаклевать и покрасить наружный корпус мотолодки;

8) установить корпус мотолодки на кильблоках;

9) установить рулевое и швартовое устройства;

10) установить привальный брус, палубные стрингеры и укрепить транец кницей и полосой;

11) обшить корпус мотолодки палубной обшивкой;

12) зачистить и прошпаклевать внутренность корпуса и палубу;

13) покрасить корпус мотолодки согласно выбранной расцветке;

14) изготовить слани и установить их внутри корпуса;

15) изготовить сидение (диван) и установить его на слани.

Заготовку набора для сборки корпуса мотолодки следует начать с изготовления киля, для которого должна быть выбрана хорошая сосновая (прямослойная) доска. Килевая доска отфуговывается согласно размерам, указанным на рисунке.

Нижняя кромка киля окончательно обрабатывается по обводам шпангоутов при установке его в наборе корпуса.

Перед установкой киля в набор корпуса к нему крепится при помощи замка и двух болтов диаметром 5 *мм* форштевень, склеенный из двух слоев авиационной фанеры толщиной 12—15 *мм*. Если фанеры нет, форштевень следует делать из дуба или ясеня. Конструкция и крепление киля с форштевнем показаны на чертеже.

Очертания форштевня вырезаются по шаблону, руководствуясь размерами, указанными на чертеже.

У нижнего конца форштевня вырезается замок длиной 215 *мм* для соединения с килем. На форштевне должна быть снята фаска для примыкания обшивки.

Для изготовления шпангоутов вычерчивают на кальке в натуральную величину конструктивные чертежи шпангоутов. Способ вычерчивания шпангоутов подробно описан в разделе проектирования модели судна.

При изготовлении шпангоутов первым вариантом (выпиливанием из 10-миллиметровой фанеры) разметку шпангоутов на фанеру делают с кальки. Для изготовления шпангоутов вторым вариантом (набором из брусков) изготовляют шаблон из толстого картона или строительной фанеры. Конструкция шпангоута, изготовленного этим способом, дана на чертеже (шпангоут № 4).

Стрингеры (скуловые, днищевые, бортовые и палубные) и привальный брус изготовляются из качественной прямослойной сосны согласно размерам, указанным на чертеже.

Транец изготовляется из склеенной из двух слоев авиационной фанеры толщиной 10—12 *мм*.

После окончания заготовки отдельных частей набора изготовляют стапель и устанавливают его на козлах. Для стапеля выбирают доску длиной 3,5 *м*, шириной не менее 280 *мм* и толщиной 50—60 *мм*. Одну из кромок стапеля тщательно отфуговывают.

Перпендикулярно отфугованной кромке на боковой поверхности стапеля проводят линии в местах установки шпангоутов и откладывают на них от этой кромки величины шпангоутов:

№ шпангоута	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	*T*
Откладываемый размер в *мм*	217	234	247	257	265	270	261	257	255	251	244

Полученные отметки соединяют плавной кривой, по которой и обрезают стапель так, как показано на чертеже. Подготовленный стапель устанавливают на козлы, изготовленные из бессортных брусьев сечением 40 × 100 *мм*. Высоту козел выше одного метра делать не рекомендуется. Конструкция козел с врезанным стапелем показана на чертеже.

Стапель с козлами можно установить на любом полу и даже на земле. Горизонтальность установки при этом выверяется по ватерпасу, совмещаемому с нижней, отфугованной, кромкой стапеля.

После выверки стапеля козлы необходимо укрепить «намертво». Затем снимают стапель и делают в нем вырезы для шпангоутов. Глубина вырезов должна быть такой, чтобы внешняя кромка шпангоута на 40 *мм* выступала над верхней поверхностью стапеля. После этого стапель кладут на козлы и, установив на нем 1, 2, 3, 4-й шпангоуты, делают контрольную проверку по ватерпасу, а затем окончательно укрепляют стапель.

Теперь можно установить остальные шпангоуты.

Прорези в стапеле необходимо делать из расчета на тугую посадку шпангоутов.

Вырезы для киля, обвязки скулового стрингера и привального бруса на шпангоутах делают до их установки на стапель. Транец закрепляют временными шурупами к торцу стапеля. Киль, связанный с форштевнем, прикрепляют к стапелю временными шурупами. Форштевень при этом крепят к передним козлам двумя брусками.

При установке шпангоутов важно, чтобы плоскость шпангоута была строго вертикальна. Для этого каждый шпангоут устанавливается по отвесу. После того как скуловые стрингеры и обвязку установят в шпангоуты, их необходимо отработать по шаблону, а затем уже укрепить шурупами к шпангоутам. Днищевые и бортовые стрингеры врезают в шпангоуты, а транец — по месту их наложения.

Крепление набора корпуса, помимо шурупов, необходимо производить на клею (ВИАМ Б-3, АК-20 или казеиновом). Окончив крепление набора корпуса, его зачищают, при этом необходимо строго придерживаться обводов теоретического корпуса, для чего следует пользоваться контршаблонами шпангоутов (2-й способ).

Зачистка-малковка должна быть произведена очень тщательно, так как при неправильном ее выполнении обшивка не будет хорошо прилегать к набору и этим уменьшит прочность корпуса и исказит обводы корпуса мотолодки.

Обшивку мотолодки производят фанерой после предварительной разметки листов. Выкраивают фанерные куски с таким расчетом, чтобы обрезные кромки легли на киль, скуловой стрингер, шпангоут и т. п.

При расположении листов обшивки необходимо учитывать, чтобы стыки на днище и бортах не были на одной и той же шпации. При креплении обшивки рекомендуется применять стыкование на ус.

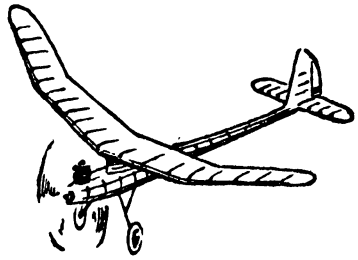
Длина соединения на ус составляет 10—12-кратную толщину склеенных деталей. Для описываемой мотолодки длина стыка равна 70—80 *мм*. При подготовке кромок листов фанеры к склеиванию этим способом временно один лист кладут на другой и обрабатывают совместно. После окончания склейки полотнищ обшивки их приклеивают к набору (предварительно необходимо вывернуть временные винты, крепящие киль к стапелю).

Первой устанавливается бортовая обшивка мотолодки. После обрезки припуска к ней на скуле крепится днищевая обшивка. Когда обшивка установлена, корпус зачищают, шпаклюют и красят.

Рулевое устройство монтируется в мотолодке просто. Оно изображено на чертеже.

Установка подвесного мотора также очень проста (см. вкладку).

АВИАМОДЕЛЬНЫЙ КРУЖОК



Большое развитие в нашей стране получает авиамоделизм. Авиамодельный спорт в Советском Союзе стал одним из самых действенных средств коммунистического воспитания молодежи, подготовки ее к коллективному производительному труду и к активной обороне Родины.

Большинство наших летчиков, отличившихся в годы Великой Отечественной войны, были недавними авиамоделистами, планеристами и учениками аэроклубов. Это трижды Герой Советского Союза А. Покрышкин, строивший модели в Молотове, дважды Герой Советского Союза А. Молодчий, занимавшийся в авиамодельных кружках Донбасса, Герой Советского Союза И. Шмелев и многие другие.

Известный конструктор самолетов Герой Социалистического Труда, лауреат Сталинских премий А. С. Яковлев также начал свой путь в авиацию с постройки летающих моделей.

Разнообразна и увлекательна работа в авиамодельном кружке.

В настоящее время в авиамодельных кружках домов и дворцов пионеров, станций юных техников, профсоюзных клубов, детских домов и школ работает несколько тысяч любителей «малой авиации».

Наиболее распространенной формой внеклассной работы по авиации является кружок авиамоделистов.

Авиамодельный кружок может быть организован в каждой школе, каждом пионерском отряде, а летом на школьной площадке и в пионерском лагере. Руководить кружком может учитель или пионерский вожатый.

Кружок авиамоделистов проводит свою работу в пионерской комнате или в каком-нибудь другом помещении, но лучше для занятий иметь отдельную комнату — лабораторию.

Работа авиамодельного кружка невозможна без инструментов и материалов. Сначала кружковцам понадобятся самые простые инструменты, которые они могут принести из дому: ножи, ножницы и чертежные приспособления.

Содержание и объем работы кружков авиамоделистов определяются программами, разработанными Министерством просвещения РСФСР и ЦК ДОСААФа СССР. В соответствии с возрастными особенностями учащихся, уровнем их знаний и специальной авиамодельной подготовки создаются кружки младших школьников и начинающих (4—5-х и 5—6-х классов), повышенного типа и специальные кружки для старшего школьного возраста.

Во всех авиамодельных кружках работа строится таким образом, что учащиеся постепенно переходят от простейших и занимательных форм работы к более узким и специальным. Авиамоделисты, занимающиеся в специальных кружках, приучаются к самостоятельному конструированию моделей.

Одновременно с практической работой в кружках проводятся беседы и лекции по авиации.

С готовыми моделями кружковцы проводят всевозможные игры и соревнования. Многие такие игры с бумажными моделями можно проводить зимой в закрытых помещениях.

В пионерских лагерях или за городом интересно запускать воздушные шары и воздушные змеи, там же можно проводить соревнования со схематическими и фюзеляжными моделями.

Школьник идет в авиамодельный кружок, когда у него пробудился интерес к авиации, появилось желание строить летающие модели своими руками. Поэтому в основе всей работы кружка авиамоделистов лежат практические занятия. Но практическая работа не должна быть самоцелью. Строя модель, регулируя или запуская ее, юный авиамоделист должен знать, как эта модель устроена и почему летает, на каких законах физики основано то или иное ее действие.

Занятия в авиамодельном кружке вырабатывают у юных техников навыки самостоятельного, творческого труда по конструированию, постройке и запуску летающих моделей, знакомят юных авиамоделистов с основами самолетостроения.

Для работы кружка понадобятся инструменты, материалы, а также различные рабочие приспособления и наглядные пособия (см. раздел «В мастерской юного конструктора»).

Материалов для начала работы авиамодельного кружка потребуется немного: плотная (рисовальная или чертежная) и тонкая папиросная (цветная или белая) бумага, бамбук, тонкая проволока, нитки № 10 и № 30, сосновые или липовые брусочки, тонкая фанера, клей казеиновый и некоторые другие.

Для постройки схематических моделей планеров и самолетов продаются специальные «авиамодельные посылки» № 1 и № 2. Каждая посылка содержит все необходимые материалы для изготовления одной схематической модели. Для постройки фюзеляжных моделей в магазинах можно приобрести специальные посылки № 4. Кроме того, в продаже есть посылки-полуфабрикаты схематической модели планера и самолета, фюзеляжной модели планера, а также чертежи-выкройки бумажных моделей, рабочие чертежи различных фюзеляжных моделей.

Изготовлением моделей из полуфабрикатов следует заниматься начинающим авиамоделистам в пионерских лагерях, где времени для постройки этих моделей отводится мало.

Для оборудования помещения кружка потребуются: большой стол или несколько небольших рабочих столов, шкафы для инструментов, материалов. Желательно, чтобы кружок имел библиотечку авиамоделиста.

Стены комнаты следует украсить плакатами, а под потолком подвесить готовые модели, которые явятся учебно-наглядными пособиями для кружковцев.

Теоретические сведения, которые пионеры и школьники получают в кружке, расширяют знания авиамоделиста в области аэродинамики, учат кружковцев правильно выбирать основные размеры модели и определять ее примерные летные данные.

Проводя занятия и сообщая кружковцам различные теоретические сведения, руководитель не должен дублировать или механически продолжать уроки физики, геометрии и других предметов. Предусмотренные программой сведения лишь дополняют, углубляют и расширяют знания, полученные учащимися в школе.

Готовясь к очередному занятию, руководитель составляет план занятий, который предусматривает как теоретический материал, так и практическую работу.

Для примера приводим образец плана по II разделу программы 2-го года обучения: «Фюзеляжная модель самолета». На изучение этого раздела программой отведено 52 часа, из них — 44 часа на постройку модели самолета и 8 часов на проектирование.

В зависимости от интересов, знаний кружковцев и местных условий руководитель может несколько изменить количество времени, отведенное на прохождение той или иной темы программы, а также и раздела.

Тему проектирования модели самолета с резиновым мотором можно разбить на три подтемы:

1) особенности взлета и полета высотнопарящих моделей;

2) выбор основных размеров и их расчет; конструирование модели;

3) составление эскизов и вычерчивание рабочих чертежей.

Беседы по первым двум подтемам проводятся в течение двух часов каждая, для прохождения третьей подтемы отводится четыре часа.

Подобные планы руководитель составляет и по другим разделам программы.

Серьезное внимание следует обращать на вопросы кружковцев. Это поможет руководителю выяснить интересы юных авиамоделистов и в дальнейшем учесть их при организации занятий.

Проверить, хорошо ли кружковец усвоил теоретический материал, легче всего на самостоятельной работе юных авиамоде-

листов. Для этого полезно, например, в кружке проводить своего рода «защиту проектов». Во время такой «защиты» кружковец делает доклад о своем проекте модели. В обсуждении принимают участие все члены кружка, вносят те или иные поправки и дают оценку работе.

В отдельных случаях для кружков 2, 3-го или 4-го года обучения рекомендуется проводить лекции по отдельным вопросам. Лекции организуют в тех случаях, когда необходимо осветить важный и вместе с тем трудный теоретический вопрос, вызывающий интерес у всех моделистов, и, когда есть возможность, привлечь к чтению лекций опытного лектора или хорошего специалиста.

На занятиях по аэродинамике руководитель часто показывает опыты с аэродинамической трубой. Эти опыты помогают кружковцам лучше усвоить материал по основным законам аэродинамики.

Простейшую аэродинамическую трубу кружковцы могут изготовить сами.

Труба представляет собой трубку цилиндрической формы (коллектор), с округленным плечом, переходящим в суженную горловину (сопло). По трубе с помощью вентилятора проходит воздушный поток с большой скоростью.

Поток воздуха, набегая на поставленные перед трубой различные тела, оказывает на них такое же давление воздуха, какое могло бы получиться, если бы воздух был неподвижен, а тело двигалось в потоке.

Модель (тело) укрепляется на специально приспособленных простых весах, которые и измеряют аэродинамические силы.

Изготовляется труба из бумаги и папье-маше (рис. 1).

Внутри диффузора устанавливается электромотор, а в месте перехода его цилиндрической части в округленное плечо — сетка с квадратными ячейками, спрямляющая поток воздуха.

Таким образом, труба состоит из коллектора, сопла, спрямляющей сетки, электромотора с вентилятором и подставки.

Коллектор выполняется в виде цилиндра. Внутренний его диаметр равен 240 *мм*, длина — 320 *мм*.

Цилиндр накатывается из толстой бумаги по болванке. Болванкой может служить ведро, бидон, отрезок трубы. Болванку можно сделать и самим.

Количество витков бумаги зависит от ее толщины. Для получения прочного кольца

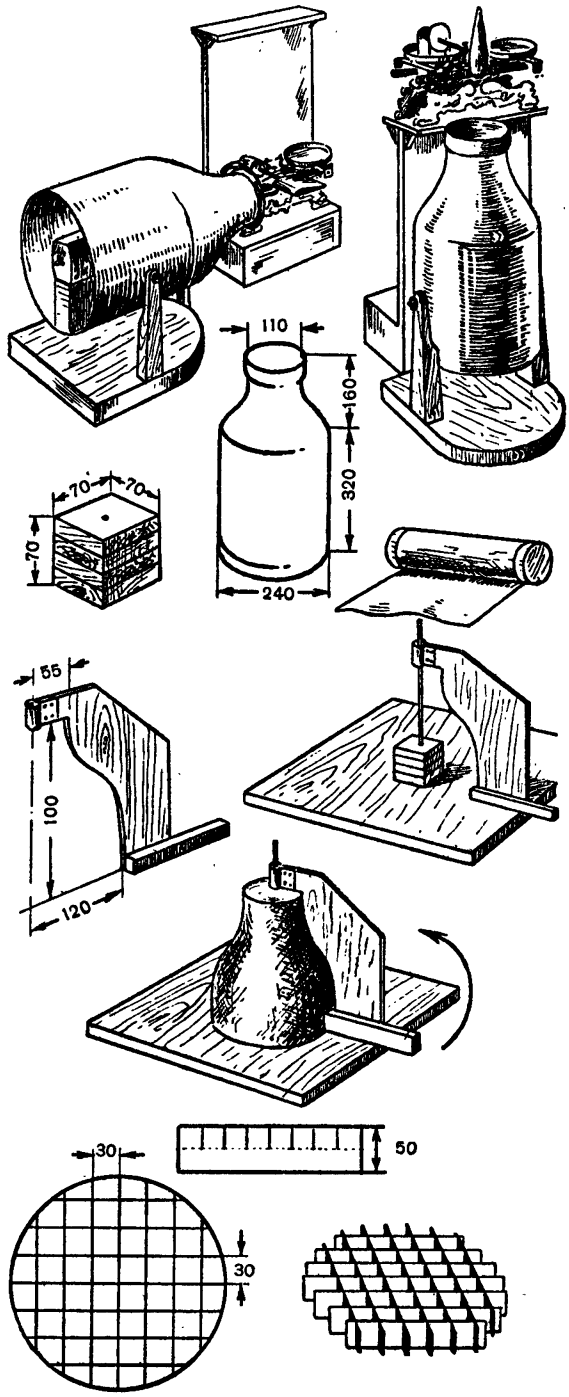


Рис. 1. Общий вид детали простейшей аэродинамической трубы.

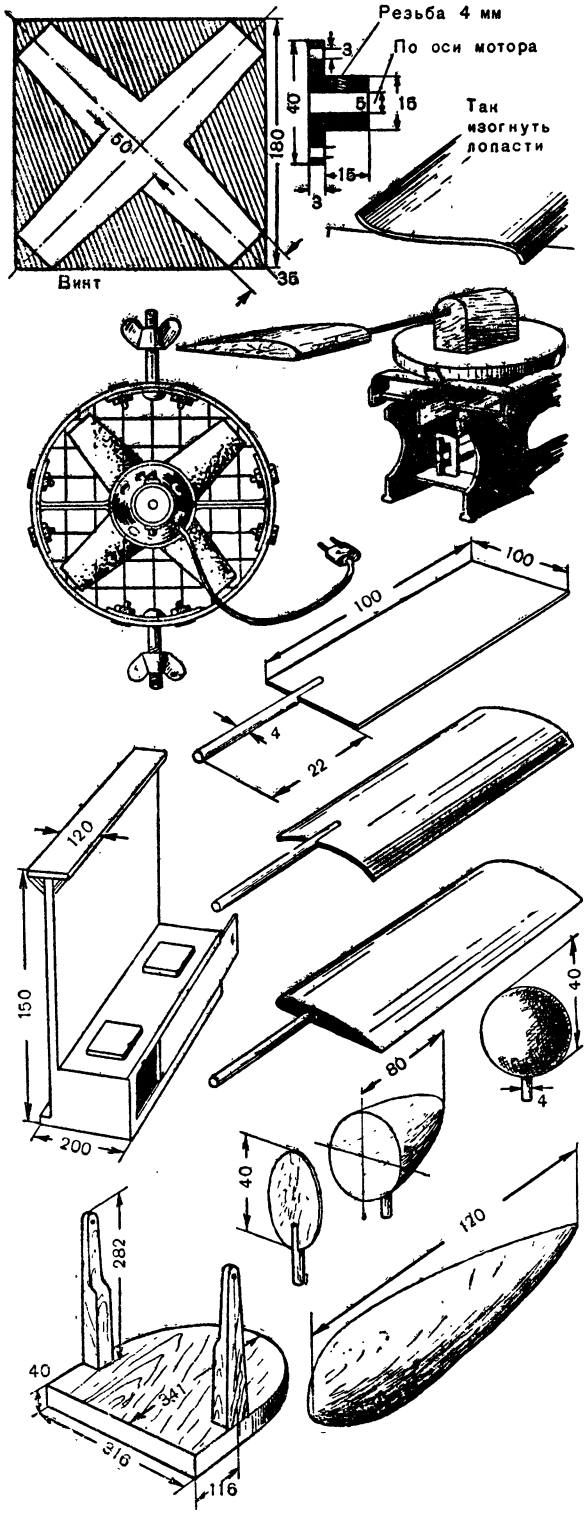


Рис. 2. Детали простейшей аэродинамической трубы и тела для проведения экспериментальной работы с трубой.

коллектора требуется накатать слой бумаги толщиной не менее 7—8 *мм*.

Сопло трубы представляет собой плечо канала с сужающейся горловиной. Диаметр входного отверстия должен быть 240 *мм*, то-есть такого же размера, как и коллектор, выходного — 110 *мм*. Таким образом, воздушный поток, создаваемый вентилятором, постепенно сжимается и выбрасывается в помещение в виде струи диаметром 110 *мм*. Длина сопла должна быть 160 *мм*. Уменьшение площади выходного отверстия называется поджатием сопла. Оно способствует выравниванию воздушного потока и уничтожению пульсаций.

Сопло выклеивается из папье-маше на глиняной болванке. Глина должна быть влажная, в виде густого теста, не прилипающего к рукам. Сопло выклеивается так, чтобы оно было правильной симметричной круглой формы. Для этого делается лекало из фанеры толщиной 5 *мм* (рис. 1).

Спрямляющая сетка (решетка) делается из полосок картона толщиной 2 *мм* и шириной 50 *мм*. Размер квадратов на сетке должен быть со сторонами 30 *мм* (рис. 1).

Для того чтобы выходящий из сопла трубы поток воздуха был интенсивней, нужно подобрать соответствующей мощности электромотор и вентилятор. Таким мотором может служить мотор от швейной машины или от старой узкопленочной кинопередвижки. Мотор должен иметь мощность не менее 50 *вт*. В зависимости от мотора выбирается и способ его крепления (рис. 1 и 2).

Вентилятор можно сделать из листовой белой жести толщиной 1 *мм*. Его размеры и установка показаны на рисунке 2.

Скорость потока, создаваемая трубой, будет примерно 10—12 *м/сек*.

Подставка для трубы и весов и держалка для установки на весах различных тел указаны на рисунках. На рисунке 2 показаны тела для проведения опытов.

Основной формой работы кружка является постройка различных летающих моделей и работа с ними на воздухе — в поле или на аэродроме, а также приборов по аэродинамике и учебно-наглядных пособий.

При постройке летающих моделей нужно стремиться к высокой грамотности их изготовления. Модели должны строиться с применением различных материалов, конструкций крыла, фюзеляжа, оперения. Добиться этого можно лишь в том случае, если учащиеся будут обладать необходимыми теоретическими знаниями.

Основное место в практической работе занимает постройка летающих моделей. Практическую работу по постройке летающих моделей следует проводить по плану, с учетом индивидуальной подготовленности кружковцев, их склонностей, способностей и производственных навыков, то-есть умения владеть инструментом и приемами обработки материалов.

Практическая работа авиамодельного кружка заключается в постройке и запуске летающих моделей и начинается с изготовления простейших моделей и игрушек, что доступно каждому школьнику.

Основные виды летающих моделей, которые строятся в авиамодельных кружках, следующие:

1. Схематические модели планеров.
2. Схематические модели самолетов с резиновым мотором (сухопутные и гидросамолеты).
3. Фюзеляжные модели планеров.
4. Фюзеляжные модели самолетов с резиновым мотором (сухопутные и гидросамолеты).
5. Фюзеляжные модели самолетов с механическими двигателями, рейсовые и парящие (сухопутные и гидросамолеты).
6. Фюзеляжные модели самолетов с механическим двигателем, скоростные на корде (сухопутные и гидросамолеты).
7. Фюзеляжные модели самолетов с реактивным двигателем (сухопутные и гидросамолеты).

Самостоятельный выбор темы по постройке моделей допускается только для старших групп моделистов, специализирующихся по одному какому-то определенному классу моделей. Для начинающих и младших групп авиамоделистов практическая работа по постройке летающих моделей определяется программой.

В тех случаях, когда авиамоделист сам выбирает тему практической работы, руководитель должен дать ему советы и внимательно следить за его работой.

Очень важно подобрать подходящее задание новичку, которое должно заинтересовать его, повысить у него интерес к авиамоделизму. Поэтому при подборе задания для новичка руководитель выбирает простую, но вместе с тем интересную модель, — такую, чтобы в течение нескольких первых занятий модель была бы им закончена и юный авиамоделист мог провести пробные запуски и испытание модели.

При изготовлении модели самолета с резиновым мотором удобно придерживаться следующего порядка: 1) фюзеляж, 2) киль, 3) стабилизатор, 4) крыло, 5) винт, 6) шасси. Заготовив все эти части модели, кружковцы производят крепление и монтаж. Затем все части проверяют, подгоняют и готовят к обтяжке. Обтягивают модель папиросной бумагой. После этого модель опрыскивают водой, производят выравнивание и покрывают лаком. Последний этап в изготовлении модели — сборка и регулировка.

Приводим примерный рабочий план одного занятия кружка по изготовлению фюзеляжа (см. таблицу внизу).

Подобные планы руководитель должен составлять для каждого занятия.

№ п/п.	Содержание занятий	Метод проведения	Время	Инструмент	Материал	Пособия
1	Стрингеры, их назначение и способы изготовления	Беседа	10 *мин.*	—	—	О. Гаевский, Технология изготовления моделей
2	Выстругивание стрингеров	Практич. работа	60 »	Рубанок	Сосна, липа	
3	Шпангоуты, их конструкция и способы изготовления	»	10 »	—	—	
4	Изготовление шпангоутов	»	40 »	Нож пероч.	Фанера 1 *мм*	

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛЕТАЮЩИХ МОДЕЛЕЙ

Проектирование летающих моделей планера, а тем более самолета является ответственной и сложной задачей. Ответственной потому, что в полете ошибка конструктора может вызвать гибель или поломку модели, в которую было вложено много труда. Сложность же задачи заключается в том, что летающая модель имеет свои специфические особенности полета.

Кроме того, модель должна обладать хорошей устойчивостью, так как весь ее полет от взлета до посадки никем не управляется.

Но задача конструктора, который изготовил и запустил модель, добиться того, чтобы она не только держалась в воздухе, но и подчинялась определенным его желаниям, обладала хорошей устойчивостью и достаточной прочностью всех частей при возможно меньшем весе.

Если первые летающие модели строились на основании изобретательской интуиции, без точного знания сил и законов, которым подвержена модель, то в настоящее время теория и практика авиамоделизма дают возможность конструктору не только заранее знать летные свойства модели, но и те силы, которые действуют и на отдельные ее части, и на всю модель в целом.

Как известно, силами, приложенными к модели, являются: сила тяги винта; сила веса и аэродинамическая сила, или сила сопротивления воздуха, получающаяся от действия последнего на движущуюся модель.

Величина, направление и точки приложения указанных выше сил зависят от многих факторов. Так, например, аэродинамическая сила зависит от формы и размеров отдельных частей модели и от ее скорости; сила тяги при данном моторе — от формы, диаметра и шага винта, а сила веса — от размеров и конструкции отдельных частей, а также от материала, из которого эти части изготовлены.

Управлять этими факторами в известных пределах может сам конструктор.

В настоящее время авиамодельная техника выдвинула ряд специфических требований к каждому классу и типу моделей. Задача руководителя кружка — добиться, чтобы юный авиамоделист-конструктор не слепо копировал хорошо летающие модели, а грамотно проектировал новые, свои модели, придерживаясь этих требований.

Руководитель кружка должен помнить, что для грамотного проектирования, а затем постройки летающей модели кружковцу нужно иметь понятие об основных аэродинамических силах — подъемной силе и лобовом сопротивлении — и о том, что требуется для их изменения в ту или иную сторону.

Не менее важно для юных авиамоделистов при проектировании модели уяснить работу мотора и воздушного винта, без чего невозможно добиться наилучших результатов в использовании развиваемой мотором мощности, а винтом — тяги.

Наконец при проектировании и конструировании модели юному конструктору нужно уметь заранее определить ее будущий вес и точку приложения силы веса (центр тяжести). Если этого не сделать, построенная модель не взлетит или окажется неустойчивой. Поэтому руководитель должен внимательно следить за работой авиамоделистов и вовремя внести соответствующие исправления.

Определение веса летающей модели потребует от конструктора умелого обращения со статистическим материалом.

Ни одна модель, как бы замечательно она ни была задумана, не будет хорошо летать, если ее сильно перетяжелить. Слишком легкие модели, так же как и очень тяжелые, летают плохо. Правда, на практике редко кто из авиамоделистов строит слишком легкие модели. Перетяжеляют же свои модели очень многие. Чаще всего это происходит у начинающих моделистов из-за того, что они не знают границ веса модели. Между тем выдержать заданный вес и определить необходимый вес очень просто.

Опытные авиамоделисты, проектируя и строя свои модели, стремятся максимально облегчить конструкцию модели, чтобы большая доля полетного веса приходилась на резиномотор или бак с горючим. Поэтому, изготовляя модель, надо тщательно взвешивать ее части, стараясь при той же прочности сделать их более легкими.

Полетный вес летающей модели определяется по формуле: минимальная нагрузка×несущую площадь (площадь крыла+площадь стабилизатора).

$$G = P \times (S_{кр} + S_{ст}),$$

где G — полетный вес модели, P — минимальная нагрузка, $S_{кр}$ — площадь крыла, а $S_{ст}$ — площадь стабилизатора.

Для моделей, участвующих в соревнованиях, минимальная нагрузка должна быть 12 *г/дц*². Вес отдельных частей модели можно определить с помощью таблицы.

№ п/п.	Наименование частей	Схематические		Фюзеляжные			
					самолеты		
		планер	самолет	Планер	с резиновым мотором	с механическим двиг.	кордовые
1	Крыло	35	20—18	33	16—14	25—22	20
2	Фюзеляж	25	15—13	25	20—15	18—16	23
3	Стабилизатор	6,5	3	9	5—4	8	8
4	Киль	3,5	2	3	2—1	3	2
5	Шасси колесное	—	10	—	7	9	—
6	Шасси поплавковое	—	12	—	12	14	—
7	Винт с подшипником	—	18	—	16—14	—	—
8	Резиномотор	—	32—34	—	34—40	—	—
9	Механический двигатель	—	—	—	—	37	39
10	Носовой груз	30	—	30	—	—	—
11	Горючее для мотора	—	—	—	—	—	8
		100%	100%	100%	100%	100%	100%

В процессе работы допустимы небольшие отклонения, то-есть одна часть модели может быть сделана легче, а другая тяжелей. В общей же сумме вес модели должен соответствовать процентному отношению, указанному в таблице.

Занятия по проектированию модели начинают с изыскания схемы и ее рациональных размеров. В настоящее время для каждого класса и типа моделей существуют установленные опытным путем некоторые наиболее выгодные соотношения размеров частей, их формы и компоновки.

Составляя проект летающих моделей, необходимо придерживаться определенного порядка. Это приучает юных техников к последовательности и плановости в работе. Вот в каком порядке осуществляется проектирование модели:

1. Выбор мотора, если это модель самолета.
2. Выбор схемы.
3. Выбор основных размеров.
4. Выбор наиболее выгодных аэродинамических форм и сечений.
5. Определение веса модели и ее частей.
6. Конструирование отдельных частей и их крепление.
7. Определение размеров и сечения деталей в зависимости от действующих на них нагрузок.
8. Изготовление и компоновка макета модели.
9. Вычерчивание рабочего чертежа модели.

Прежде чем авиамоделисты приступят к составлению эскизного проекта летающей модели, им необходимо четко и ясно указать на основные требования, которые предъявляются к будущим моделям, и объяснить, каким образом выполнить эти требования.

Основным условием при проектировании модели являются аэродинамические требования: наименьшее сопротивление формы профиля крыла, оперения, фюзеляжа, интерференции и пр.; получение наибольшего коэффициента подъемной силы, хорошая устойчивость модели на всех режимах полета.

Особенно важную роль при проектировании модели играют такие требования, как скороподъемность, дальность, продолжительность, скорость полета, скорость снижения и др. Именно эти требования и определяют основное назначение модели и ее тип.

Простейший способ определения наиболее выгодных размеров основан на зависимости отдельных параметров модели от одного главного — размаха крыла. Этим способом обычно пользуются руководители авиамодельных кружков, когда обучают моделистов проектировать и конструировать свои первые модели. Порядок проектирования может быть следующим:

1. Выбор размаха крыла и удлинения.
2. Выбор основных размеров модели.
3. Определение площадей: крыла, стабилизатора, киля, миделя фюзеляжа.
4. Выбор профиля крыла и оперения.
5. Определение веса модели и нагрузки.

6. Расчет воздушного винта.

7. Выбор шасси и определение конструкции модели.

При работе с кружковцами руководитель должен учитывать, что указанные на схемах размеры являются средними. Поэтому во время проектирования можно допускать небольшие — 10—15% — отклонения как в сторону уменьшения, так и в сторону увеличения тех или иных рекомендуемых размеров.

Прежде чем приступить к определению размеров и составлению эскизного проекта летающей модели, необходимо определить схему модели. Наиболее распространенной схемой современных моделей является свободнонесущий моноплан с верхним расположением крыла.

Но монопланная схема бывает и с низко расположенным крылом. Это должен учитывать руководитель кружка, так как юные авиамоделисты часто задумываются, какую же из них лучше выбрать. Руководитель должен разъяснить авиамоделистам преимущества той и другой схемы.

При верхнем расположении крыла достигается большая поперечная устойчивость модели, а также в некоторой степени улучшается и спиральная устойчивость.

Монопланная схема с верхним расположением крыла применяется для всех летающих моделей парящего и рейсового типа. Крыло, расположенное сверху фюзеляжа, проще сделать подвижным, оно упрощает конструкцию, регулирование модели, уменьшает ее вес и делает модель более живучей.

Конструкции с низким и средним расположением крыла более пригодны для скоростных моделей, летающих на корде или по прямой. Схема модели с низко расположенным крылом облегчает балансировку в продольном отношении, так как центр тяжести модели легче совместить с линией тяги винта. Для скоростной модели самолета это особенно важно, ибо улучшается ее продольная устойчивость.

Остановимся на некоторых основных вопросах проектирования летающих моделей.

Модель планера. Основным критерием в оценке хорошо летающей модели планера является минимальная скорость ее снижения. Такая модель обладает наибольшей возможностью парения даже в слабых восходящих потоках, а значит, может набрать большую высоту и покрыть значительное расстояние.

Минимальная скорость снижения модели, как известно, зависит от ее аэродинамического качества и скорости полета. Чем выше качество модели и меньше горизонтальная скорость полета, тем меньшей будет скорость ее снижения.

Скорость же полета зависит от нагрузки на несущую поверхность. Нагрузка в авиамоделизме измеряется в граммах на квадратный дециметр площади крыла, включая и площадь стабилизатора. В последние годы для уменьшения нагрузки стабилизатор модели стали делать несущим, то-есть его профиль делается или плоско-выпуклым или вогнуто-выпуклым и устанавливается под некоторым положительным углом атаки в 1—2°.

На качество крыла влияет его форма в плане. Лучшим крылом в плане считается элипсовидное, на практике же больше всего встречается прямоугольное крыло с закругленными концами и удлинением 8—10. Такое крыло наряду с хорошими аэродинамическими данными наиболее выгодно для устойчивости модели в полете. В некоторых случаях крылу придают форму трапеции, но такое крыло сложнее выполнить, так как приходится рассчитывать каждую нервюру крыла в отдельности.

Стабилизатору следует придавать такую же прямоугольную форму, но с меньшим, чем у крыла, удлинением — 4—6.

Киль обычно делается одновременно с фюзеляжем, а его форма выбирается самим конструктором. При этом необходимо учитывать, что более высокий киль эффективнее выполняет свои функции. Высота киля поэтому берется в 2—2,5 раза больше его средней ширины.

Форма фюзеляжа (вид сбоку) может быть самой разнообразной. А сечение его в большинстве случаев делается многогранным, переменным. Минимальная площадь наибольшего поперечного сечения фюзеляжа для модели планера должна быть:

$$F_{ф} = \frac{S_{кр} + S_{го}}{100},$$

где: $S_{кр}$ — площадь крыла, а $S_{го}$ — площадь горизонтального оперения.

При проектировании модели планера необходимо обращать внимание и на устойчивость модели. Для летающей модели наиболее опасна спиральная неустойчивость. При запуске моделей иногда бывает так, что хорошо отрегулированная, на первый взгляд, модель, запущенная с длинно-

го леера на высоту и предоставленная сама себе, вдруг от случайного порыва ветра делает произвольный разворот в какую-нибудь сторону и резко теряет высоту. Такой разворот происходит от различных углов атаки на концах крыла или перекоса киля. Но чаще всего он объясняется спиральной неустойчивостью данной модели.

Причина такой неустойчивости — чрезмерно большая площадь киля при малом поперечном угле V крыла, и под действием порыва воздуха модель кренится и начинает скользить в сторону опущенного конца крыла. Если модель спирально устойчива, то, изменив резко направление полета, она сама восстанавливает горизонтальное положение. Если же модель спирально неустойчива, то начавшееся скольжение ее увеличивается. При этом модель переходит в нисходящую спираль со скольжением, скорость полета ее все более увеличивается, а радиус разворота уменьшается.

Наиболее эффективным способом устранения спиральной неустойчивости модели в полете явится уменьшение площади киля. На практике часто приходится устранять это явление, обрезая киль с верхнего его конца.

На рисунке 3 приводятся схемы определения характерных размеров схематической и фюзеляжной моделей планера, которые рекомендуются нами для начинающих авиамоделистов. Размеры всех частей моделей даются в определенной зависимости от одного главного размера — размаха крыла, который берется в среднем для схематической модели 1,2 *м*, для фюзеляжной 2,0 *м*.

В нашем примере на схемах буквенные знаки обозначают:

$l_{кр}$ — размах крыла,
b — хорда крыла,
$S_{кр}$ — площадь крыла,
$S_{го}$ — площадь горизонтального оперения,
$S_{во}$ — площадь вертикального оперения,
ЦТ — центр тяжести,
L — плечо.

Для крыла фюзеляжной модели планера мы рекомендуем профиль с относительной толщиной, составляющей 10—12% длины хорды крыла (рис. 4).

Модель самолета с резиновым мотором. Наиболее интересной и доступной для изготовления моделью самолета является резиномоторная модель самолета высотнопарящего типа.

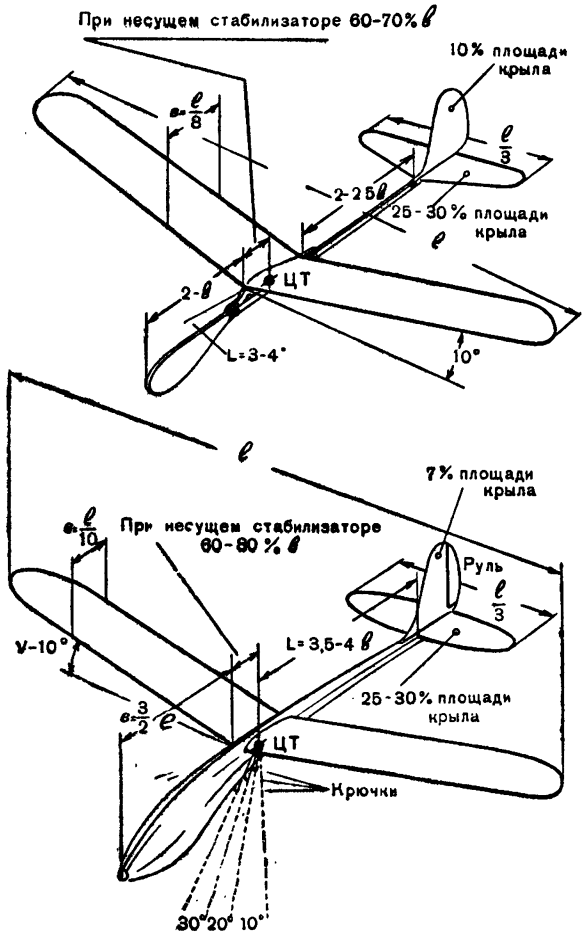
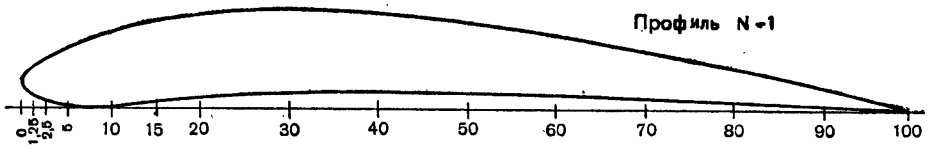


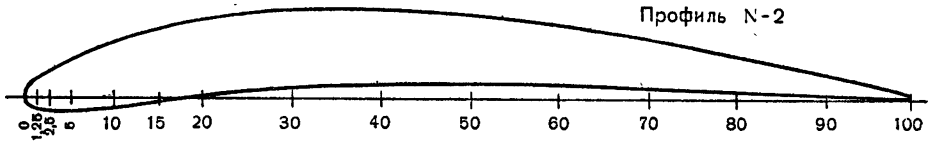
Рис. 3. Схема для определения и выбора основных размеров моделей планеров.

Резиномоторная модель самолета высотнопарящего типа рассчитывается так, чтобы моторный полет составлял лишь небольшую часть всего полета. А сравнительно короткий, но мощный резиномотор делается для того, чтобы модель могла набрать возможно большую высоту. После этого модель должна долго и полого планировать, а при благоприятных условиях (наличие термических потоков воздуха) парить — набирать высоту с уже остановившимся винтом (рис. 5).

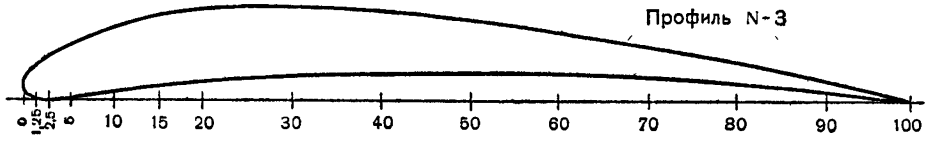
Резиномоторная модель, как и планер, должна обладать хорошими планирующими и парящими свойствами. Наличие же мощного резиномотора утяжеляет модель, а воздушного винта большого диаметра (особенно, когда он останавливается после раскрутки мотора) — значительно ухудшает аэродинамическое качество.



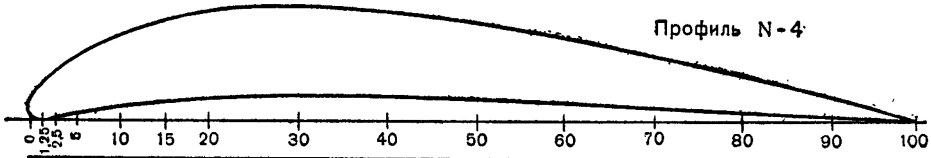
X %	0	1,25	2,5	5	10	15	20	30	40	50	60	70	80	90	100
У верх %	2,32	4,05	50	6,42	8,42	-9,76	1067	1138	11,0	10,0	8,67	6,95	4,93	2,79	0,25
У низ %	2,32	10,8	0,72	0,28	0,00	0,27	0,33	1,15	1,75	1,72	1,53	1,22	0,92	0,5	0,00



X %	0	1,25	2,5	5	10	15	20	30	40	50	60	70	80	90	100
У верх %	0,0	2,06	2,96	4,3	6.31	7,78	8,88	1013	1035	9,81	8,78	7,28	5,34	2,95	0,0
У низ %	-0,0	-0,88	-1,11	-1,18	-0,88	-0,36	+0,17	1,12	1,65	1,86	1,92	1,76	1,36	0,74	0,0



X %	0	1 25	2,5	5	10	15	20	30	40	50	60	70	80	90	100
У верх %	1,11	3 0	4,15	5,83	8,00	9,15	9,97	1037	9,91	8,88	7,5	5,9	4,2	2,32	0,33
У низ %	1,11	0,17	0,03	0,05	0,50	1,19	1,87	27	3,05	2,98	2,67	2,22	1,62	0,89	0,00



X %	0	1,25	2,5	5	10	15	20	30	40	50	60	70	80	90	100
У верх %	1,15	3 48	4,85	6,8	9,45	11,0	11,92	12,4	11,9	10,78	9,22	7,33	5,12	2 78	0,27
У низ %	1,15	0,1	0,0	0,12	0,75	1,43	2 0	2,57	2,67	2,48	2,0	1,56	1,0	0,53	0,0

Рис. 4. Формы и ординаты профилей для моделей планеров.

К проектированию и конструированию резиномоторной модели самолета предъявляются очень серьезные требования: наряду с максимальными возможностями набора высоты при работающем моторе, а затем хорошим планированием и даже парением в термических потоках воздуха она должна быть особенно устойчивой, а также и легкой.

Главная трудность проектирования резиномоторной парящей модели заключается в ее регулировании, так как воздушный винт значительного диаметра (доходит до 50%) и мощный резиномотор (до 60% веса от всей модели) создают в начале ее полета большой избыток тяги, а отсюда возникает опасность «взмывания» модели и крутой вираж от реактивного момента винта в обратную сторону его вращения.

Эта опасность устраняется при регулировании модели поворотом оси винта в обратную сторону вращения на 2—4° и наклоном оси вниз на 5—8°, а также частично сравнительно большой площадью стабилизатора.

Форма крыла в плане берется прямоугольная, с закругленными концами и со значительным поперечным углом V — до 12°. Если же V делается тройной, тогда распределение углов будет другое — в центре 6—8°, а на полуразмахе 16—18°.

Для улучшения аэродинамических качеств на современных парящих моделях делаются шасси, убирающиеся при взлете. Наиболее распространенной схемой в настоящее время является схема модели с одноколесными шасси в передней части и двумя хвостовыми костылями. Функции хвостовых костылей в данном случае выполняют кили (шайбы), размещенные на концах стабилизатора.

Когда модель стоит на земле, стойка (или стойки) такого шасси удерживается в выпущенном состоянии силой веса модели. После взлета стойка шасси вначале под влиянием сопротивления воздуха, а позднее от натяжения резинки отклоняется назад. В убранном состоянии стойка шасси удерживается силой натяжения той же резинки.

Размах крыла резиномоторной модели в среднем берется 1,2 *м*. Иногда для большей устойчивости крыло модели крепится к фюзеляжу высоко на специальном пилоне или на подкосах. Наиболее распространенный способ крепления крыла — это крепление на верхней части фюзеляжа с помощью небольшой надстройки, которое дает возможность легко передвигать крыло во время регулировки. Простейшим и наиболее практичным способом соединения подвижного крепления крыла с фюзеляжем является крепление с помощью резинки, которая охватывает фюзеляж поперек и прижимает крыло. Крылья, прикрепленные резинкой, редко ломаются при грубых посадках и легко передвигаются по фюзеляжу при регулировании модели.

Продолжительность моторного полета и максимальная высота модели зависят от соотношения веса резинового мотора к весу конструкции. Вес резинового мотора должен составлять не менее 35% от общего веса модели. Наличие такого мощного мотора вызывает необходимость делать воздушные винты большого диаметра, с широкими лопастями (до 14% от диаметра) и вогнутым профилем. В данном случае летные качества модели зависят от винта с максимальным кпд.

Воздушный винт представляет собой наиболее ответственную деталь летательной машины, так как является почти единственным аппаратом, создающим для летающей модели тягу в полете. Небольшие изменения кпд винта резко отражаются на летных свойствах модели самолета. Поэтому качеству изготовления винта следует уделить самое серьезное внимание.

Желательно, чтобы лопасти воздушного винта во время планирующего полета модели после раскручивания мотора складывались вдоль фюзеляжа или чтобы винту был обеспечен свободный ход (винт не должен соединяться с резиновым мотором). Все это улучшает аэродинамическое качество модели.

Основное требование, предъявляемое к моторному полету высотной модели, — максимальный набор высоты, а к планирующему — минимальная скорость снижения. Оба эти фактора находятся в прямой зависимости друг от друга, и поэтому при проектировании модели их приходится решать совместно. Так, например, на летные качества модели в обоих случаях полета влияет профиль крыла и стабилизатора. Для крыла профиль нужно брать тонкий (6—8%), вогнуто-выпуклой формы, максимально изогнутый в передней трети его толщины. Для

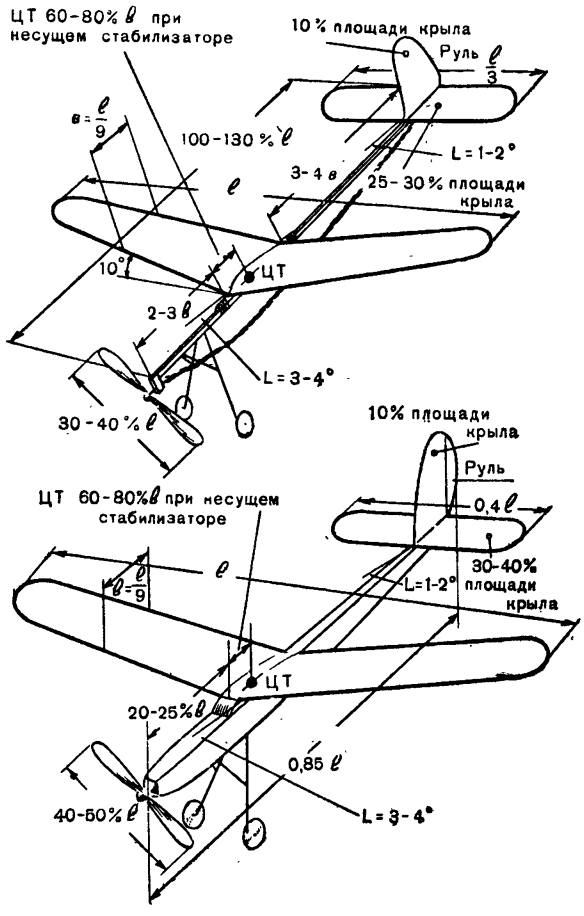
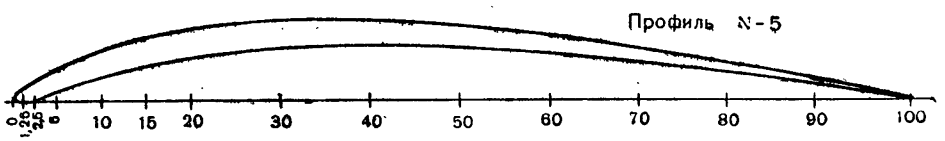
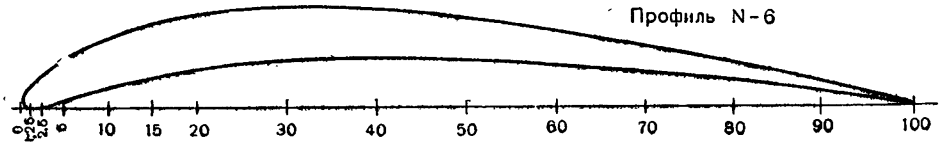


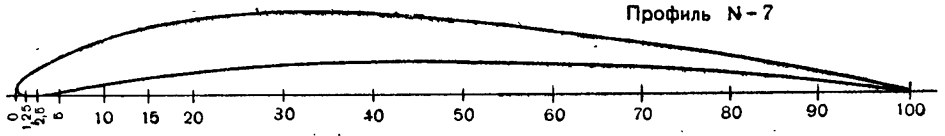
Рис. 5. Схема для определения и выбора основных размеров моделей самолета с резиномотором.



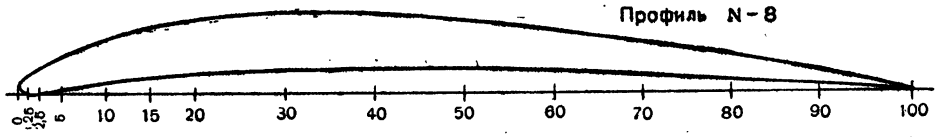
X %	0	1,25	2,5	5	10	15	20	30	40	50	60	70	80	90	100
У верх %	0,4	1,61	2,45	3,78	5,68	6,98	7,8	8,58	8,55	8,07	7,03	5,65	4,00	2,12	0,15
У низ %	0.4	0,22	0,58	1,47	2,91	4,03	4,82	5,67	9,82	9,64	4,97	3,98	2,75	1,42	0,0



X %	0	1,25	2,5	5	10	15	20	30	40	50	60	70	80	90	100
У верх %	0,7	2,33	3,4	5,19	7,64	9,25	10,2	11,09	10,85	9,92	8,45	6,67	4,65	2,51	0,25
У низ %	0,7	0,07	0,25	0,83	2,10	3,2	4,1	5,22	5,51	5,29	4,73	3,84	2,75	1,43	0,0



X %	0	1,25	2,5	5	10	15	20	30	40	50	60	70	80	90	100
У верх %	0,7	2,18	3,14	4,55	6,53	7,78	8,55	9,15	8,96	8,23	7,1	5,75	4,08	2,23	0,22
У низ %	0,7	0,03	0,15	0,42	1,12	1,85	2,45	3,25	3,57	3,65	3,50	3,0	2,22	1,19	0,0



X %	0	1,25	2,5	5	10	15	20	30	40	50	60	70	80	90	100
У верх %	0,73	2,1	3,04	4,42	6,22	7,20	7,94	8,38	8,17	7,66	6,76	5,62	4,20	2,48	0,5
У низ %	0,73	0,17	0,03	0,03	0,6	1,15	1,59	2,0	2,16	1,94	1,62	1,16	0,77	0,4	0,5

Рис. 6. Формы и ординаты профилей для моделей самолета с резиномотором.

стабилизатора — плоско-выпуклый той же толщины (рис. 6).

Не менее важное значение в проектировании резиномоторной модели имеет ее прочность. Модель должна быть легкой, но в то же время и прочной. При полете модель испытывает большую нагрузку от сопротивления воздуха и, если не будет прочной, может поломаться в воздухе.

Парящая модель самолета с механическим двигателем. Модели самолетов с механическими двигателями строятся двух типов и назначений. Во-первых, парящие модели, использующие при полете ограниченное количество горючего и могущие за короткое время работы двигателя (20 *сек.*, не более, как принято на состязаниях) взлетать на большую высоту — 100—150 *м*, а затем с остановившимся двигателем полого планировать или, если имеются термические потоки воздуха, парить минутами и часами, улетая на десятки километров от старта.

Во-вторых, модели, рассчитываемые на длительный полет, так называемые рейсовые, использующие во время своего полета работу бензинового или компрессорного мотора с большим запасом горючей смеси.

Фюзеляжные модели самолетов с механическим двигателем в отличие от моделей с резиновым мотором имеют большие раз-

меры. Например, размеры моделей с мотором до 5 *см*³ будут: для парящей модели — размах крыла — 1 600—1 800 *мм*, длина модели — 1 100—1 200 *мм*, вес (полетный) — 600—700 *г*; для рейсовой модели: размах крыла — 2 500—3 000 *мм*, длина модели — 1 250—1 500 *мм*, вес без горючего — 900 — 1 100 *г*.

Нагрузка на несущую площадь ограничена и должна быть для обоих типов моделей не менее 12 *г/дц*² и не более 50 *г/дц*².

Юным авиамоделистам мы предлагаем строить модели парящего типа. Выбор основных размеров такой модели показан на схеме (рис. 7).

Парящая модель самолета с механическим двигателем, так же как и резиномоторная, имеет свои особенности в регулировании и запуске. Основная трудность в создании моделей этого типа — это обеспечить модели устойчивость во время моторного полета, происходящего под большим углом к горизонту, и последующий переход на планирование.

Руководителю кружка необходимо учитывать и разъяснять учащимся, что моторный полет происходит на максимальных оборотах мотора и тяга винта иногда превышает вес модели.

В настоящее время есть модели такого типа, которые набирают высоту более 200 *м*

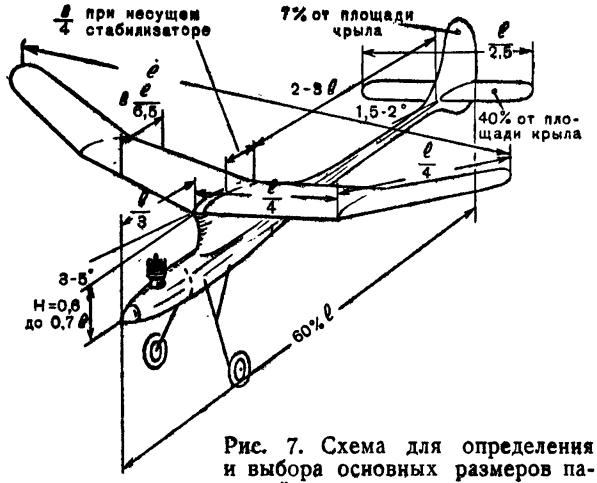
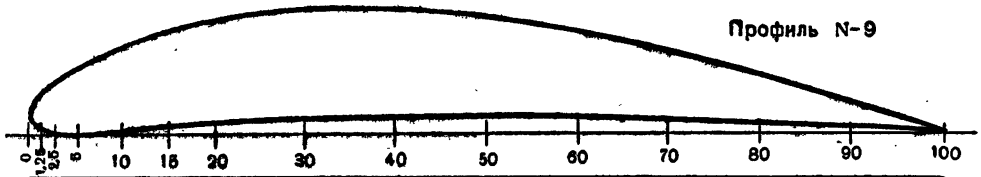
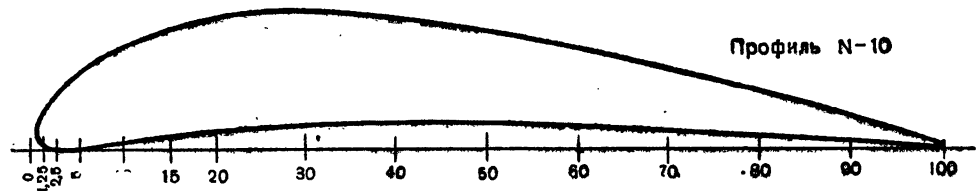


Рис. 7. Схема для определения и выбора основных размеров парящей модели с механическим двигателем.

под углом в 70—80° к горизонту. В данном случае вес модели поддерживается в воздухе не подъемной силой, создаваемой крылом, а тягой винта. При этом поступательная скорость в момент набора высоты бывает зачастую меньше, чем при планирующем полете. Кроме того, иногда во время резкой остановки мотора модель почти останавливается в воздухе. Такая модель будет набирать скорость, необходимую для планирующего полета, не с режима пикирования,



X %	0	1,25	2,5	5	10	15	20	30	40	50	60	70	80	90	100
У верх %	0,0	—	3,8	5,86	7,98	—	10,34	11,65	11,80	11,16	9,95	8,23	6,03	3,33	-0,12
У ниж %	0,0	—	-1,64	-1,19	-1,99	—	-1,25	-0,38	+0,20	0,55	0,78	0,85	0,73	0,39	-0,12



X %	0	1,25	2,5	5	10	15	20	30	40	50	60	70	80	90	100
У верх %	1,83	4,25	5,65	7,7	10,6	12,39	13,38	13,88	13,25	12,08	10,39	8,27	5,87	3,17	0,25
У ниж %	1,83	1,36	0,11	0,00	0,43	1,00	1,48	1,95	1,88	1,72	0,27	1,17	0,77	0,39	0,00

Рис. 8. Формы и ординаты профилей для моделей самолета с механическим двигателем парящего типа.

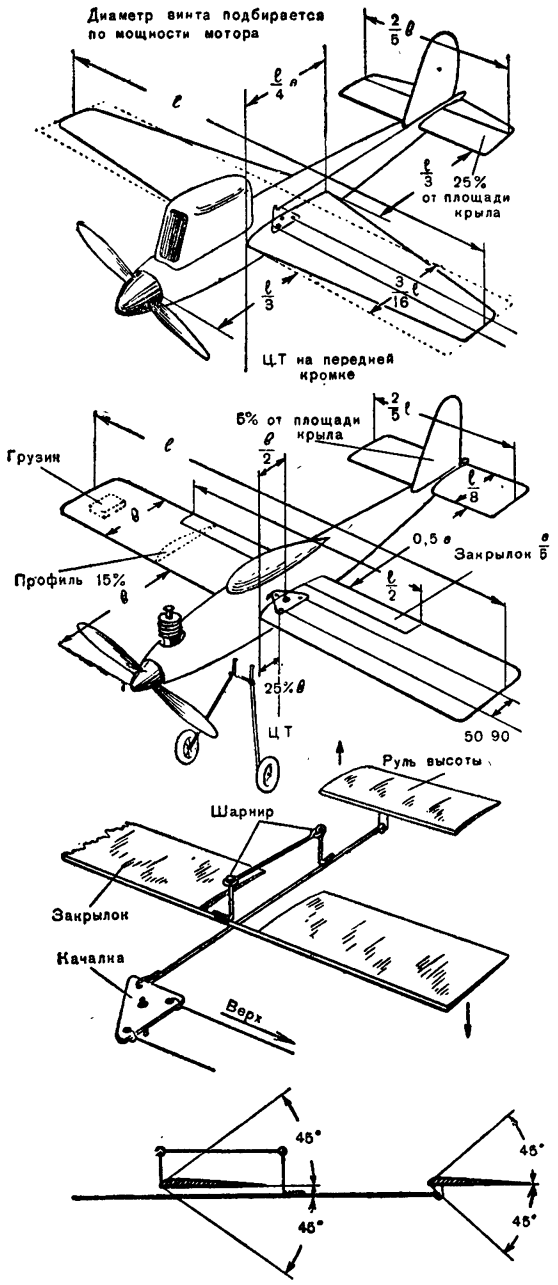


Рис. 9. Схема для определения и выбора основных размеров кордовой, скоростной и пилотажной моделей самолета с механическим двигателем. Внизу — схема рулей управления пилотажной модели.

а с режима парашютирования. Для того чтобы модель перешла на угол планирования с минимальной потерей высоты, необходимо ее крыло устанавливать высоко над центром тяжести.

Высокое расположение крыла на модели осуществляется с помощью специально изготовленного высокого пилона (широкой профилированной стойки).

Воздушный винт для этого типа летающей модели желательно изготовлять специально, с малым относительным шагом — h = = 0,5—0,6.

Изготовлять парящую модель с механическим двигателем следует очень аккуратно. Профиль крыла нужно брать вогнуто-выпуклый, средней толщины, примерно около 12% от длины хорды крыла (рис. 8). Для стабилизатора профиль берется плоско-выпуклый толщиной 8—10% от длины хорды стабилизатора. Крыло и стабилизатор делаются прямоугольной формы с плавными закруглениями на концах. *V* крыла — тройное. В центре угол *V* равен 5—6°, а посередине полуразмаха — 18—20°. Мотор желательно капотировать.

Ограничить работу мотора можно двумя способами: заполнив небольшой бачок определенным количеством горючего или установив часовой механизм, который перекрывал бы доступ в мотор горючего или воздуха. На состязаниях время работы мотора ограничено в пределах от 10 до 20 *сек.*

Скоростные модели, летающие по кругу. Среди большого количества классов и типов летающих моделей за последние годы в нашей стране широко развился новый и интересный вид модели — модели, летающей по кругу. Такая модель управляется в полете при помощи шнура-корда и называется кордовой (рис. 9).

Управлять полетом летающей модели стремятся многие авиамоделисты. Кордовая модель позволяет до некоторой степени осуществить это желание.

Кордовые летающие модели представляют большой спортивный интерес, так как позволяют проводить соревнования как по скорости, так и по технике выполнения фигур высшего пилотажа: петли Нестерова — прямой и обратной, полета на спине и других сложных фигур.

Кордовые летающие модели делятся на две группы: скоростные и пилотажные (рис. 9).

Модели этих двух групп очень сильно различаются друг от друга по внешнему виду и аэродинамическим характеристикам.

Если кружковцы изъявят желание строить такую модель самолета, то руководитель должен обратить их внимание при выборе формы и размеров на качество изготовления

Профиль N-12

X %	0	1,25	2.5	5	10	15	20	30	40	50	60	70	80	90	100
У Верх %	0,0	–	1,72	2,63	3,92	–	3,35	5,87	5,87	5,41	4,66	3,67	2,51	1,31	0,00
У Низ %	-0,0	–	-0,62	-0,93	-1,43	–	-1,94	-2,15	-2,14	-1,97	-1,69	-1,34	-0,93	-0,51	-0,00

Профиль N-13

X %	0	1,25	2,5	5	10	15	20	30	40	50	60	70	80	90	100
У Верх %	0,0	–	2,04	2,99	4,23	–	5,54	5,97	5,9	5,43	4,66	3,7	2,57	1,33	0,00
У Низ %	0,0	–	-1,22	-1,49	-1,8	–	-2,06	-2,13	-2,08	-1,96	-1,75	-1,5	-1,18	-0,76	0,00

Профиль N-14

X %	0	1,25	2,5	5	10	15	20	30	40	50	60	70	80	90	100
У Верх %	2,43	3,84	4,63	5,73	7,26	8,26	8,4	9,0	8,64	7,8	6,73	5,36	3,76	1,97	0,0
У Низ %	0,81	0,41	0,14	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Профиль N-15

X %	0	1,25	2,5	5	10	15	20	30	40	50	60	70	80	90	100
У Верх %	3,32	–	4,67	5,33	6,53	–	7,34	7,34	7,20	6,67	5,73	4,67	3,40	1,93	0,00
У Низ %	3,32	–	1,40	0,73	0,20	–	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Профиль N-16

X %	0	1,25	2,5	5	10	15	20	30	40	50	60	70	80	90	100
У Верх %	0,00	0,95	1,31	1,78	2,34	2,67	2,87	3,0	2,9	2,65	2,28	1,83	1,31	0,72	0,0
У Низ %	0,00	-0,95	-1,31	-1,78	-2,34	-2,67	-2,87	-3,0	-2,9	-2,65	-2,28	-1,83	-1,31	-0,72	0,0

Профиль N-17

X %	0	1,25	2,5	5	10	15	20	30	40	50	60	70	80	90	100
У Верх %	0,0	1,42	1,96	2,67	3,51	4,01	4,30	4,5	4,35	3,97	3,42	2,75	1,97	1,09	0,0
У Низ %	0,0	-1,42	-1,96	-2,67	-3,51	-4,01	-4,30	-4,5	-4,35	-3,97	-3,42	-2,75	-1,97	-1,09	0,0

Рис. 10. Формы и ординаты профилей для кордовых скоростных моделей самолета с механическим двигателем.

обтекателей, на необходимость изучения режима работы мотора, а значит, его налаживание, подбор горючей смеси с целью увеличения мощности мотора.

Чтобы уменьшить лобовое сопротивление модели и улучшить обтекаемость ее воздухом, модели придают плавные закругленные формы: предельно уменьшают площадь миделевого сечения фюзеляжа и делают его веретенообразной формы; площадь крыла и оперения сокращают настолько, чтобы нагрузка не превышала 200 *г/дц*² (установленная норма). Для этого же профиль крыла скоростной модели делают двояковыпуклым, несимметричным, или плосковыпуклым; профиль стабилизатора — симметричным (рис. 10). Детали крепления скрывают внутри крыла и оперения. Поверхность всей модели тщательно отделывают: лакируют или полируют.

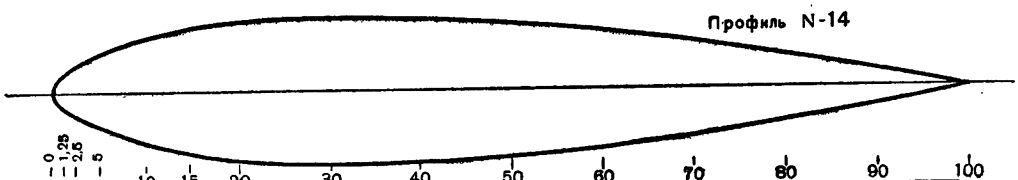
Чтобы придать модели устойчивость, необходимо правильно уравновесить, расположить центр тяжести. Центр тяжести такой модели может быть расположен на 20% хорды крыла. Передняя центровка (даже на передней кромке крыла с более мощным двигателем) облегчает управление моделью на больших скоростях и улучшает ее устойчивость в полете.

Примерная форма модели и ее размеры показаны на схеме (рис. 9). Причем для стандартного мотора К-16, выпускаемого заводом ЦК ДОСААФа, размах крыла следует брать не более 800 *мм*.

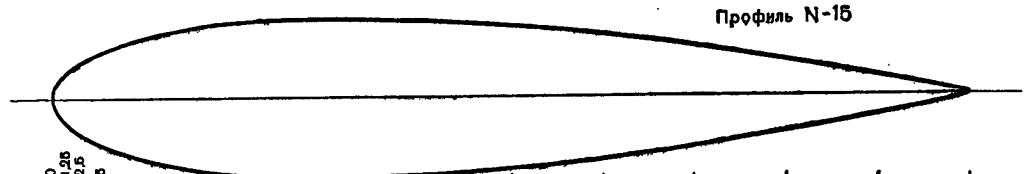
Запуск кордовой модели можно проводить на любой площади, достаточной для взлета.

Основное требование, предъявляемое к пилотажной модели самолета, летающей по кругу на корде, — легкая управляемость в полете, которая достигается эффективно

X %	0	1,25	2,5	5	10	15	20	30	40	50	60	70	80	90	100
У Верх %	0,0	1,89	2,62	3,55	4,68	5,34	5,74	6,0	5,8	5,29	4,56	3,66	2,62	1,45	0,0
У Низ %	0,0	-1,89	-2,62	3,55	-4,68	-5,34	-5,74	-6,0	-5,8	-5,29	-4,56	-3,66	-2,62	-1,45	0,0



X %	0	1,25	2,5	5	10	15	20	30	40	50	60	70	80	90	100
У Верх %	0,0	2,37	2,37	4,44	5,85	6,68	7,17	7,5	7,25	6,62	5,75	4,58	3,28	1,81	0,0
У Низ %	0,0	-2,37	-2,37	-4,44	-5,85	-6,68	-7,17	-7,5	-7,25	-6,62	5,75	-4,58	-3,28	-1,81	0,0



X %	0	1,25	2,5	5	10	15	20	30	40	50	60	70	80	90	100
У Верх %	0,0	2,84	3,92	5,33	7,02	8,02	8,61	8,91	8,7	7,94	6,84	5,5	3,94	2,17	0,0
У Низ %	0,0	-2,84	-3,92	-5,33	-7,02	-8,02	-8,61	-8,91	-8,7	-7,94	-6,84	-5,5	-3,94	-2,17	0,0

Рис. 11. Формы и ординаты профилей для кордовых пилотажных моделей самолета с механическим двигателем.

работающим рулем высоты при хорошей и самостоятельной устойчивости модели как в горизонтальном, так и в фигурном полете. Размеры модели зависят от одного главного — размаха крыла. Размах крыла для этой модели можно брать около одного метра.

Перевернутый полет пилотажной модели оказался возможным благодаря применению на крыле толстого симметричного профиля 16% (рис. 11). Такой профиль дает возможность крылу создать достаточную подъемную силу на малых скоростях полета как в нормальном положении, так и в перевернутом виде и, что самое главное, уменьшить радиус траектории при выполнении прямой и обратной петли.

Крыло пилотажной модели оснащается закрылком по всему размаху крыла, отклоняющимся вверх и вниз на одинаковый угол с рулем высоты. Система отклонения закрылков тесно связана с системой рычагов руля высоты (рис. 9). Такое устройство при угле атаки, равном нулю, и моторе, находящемся в несмещенном состоянии, обеспечивает модели необходимую устойчивость и управляемость.

Чтобы предотвратить возможность крена и виража модели, внутрь круга в конце крыла кладут свинец.

Для хорошей маневренности и управляемости модели в полете, а также сохранения устойчивости стабилизатор пилотажной модели делается больше, чем у скоростной, и устанавливается очень близко от крыла — на расстоянии, равном полутора хордам крыла или немного меньше.

Площадь руля высоты должна составлять 5% от площади крыла.

По своему весу модель делается очень легкой, причем нагрузка на несущую площадь не должна превышать 20 *г/дц*^{2}.

После того как кружковцы познакомятся с основами проектирования летающей модели того или иного типа, они должны научиться делать эскизы будущей модели. Обсудив и утвердив эскиз на кружке, можно переходить к конструированию модели.

КОНСТРУИРОВАНИЕ ЛЕТАЮЩИХ МОДЕЛЕЙ

В авиамодельных кружках юные авиамоделисты под руководством руководителя кружка строят различные по конструкции летающие модели планеров, самолетов и гидросамолетов.

К различным конструкциям летающих моделей предъявляются и различные требования, которые зависят от типа модели, ее назначения, условий постройки и эксплуатации.

Что же это за требования?

Аэродинамические требования. Независимо от назначения и типа модели конструкция должна иметь заданные формы, скрытые выступающие части (крепления и т. п.), минимальное лобовое сопротивление, трение поверхности и прочее.

Требование прочности. Прежде всего конструкция всякой модели должна быть достаточно прочной, то-есть силовые элементы крыла, оперения и фюзеляжа и их соединения должны выдерживать любые нагрузки, которые будут действовать на никем не управляемую модель в полете, при посадке и во время взлета. При этом прочность конструкции лонжеронов, шасси и различных креплений не следует сильно превышать, учитывая увеличение веса конструкции.

Требование жесткости. Кроме достаточной прочности, конструкция модели должна обладать и определенной жесткостью. Облегчая вес всех частей модели, необходимо особенно строго следить за жесткостью несущих плоскостей и хвостового оперения. Известно, что при недостаточной жесткости конструкции при скорости полета, превышающей максимальную, может возникнуть вибрация крыла или оперения.

Крыло и оперение не должны коробиться от температуры (особенно солнца).

Летные качества модели намного улучшаются даже от незначительной экономии веса. Особенно это важно для тех моделей, которые запускают на большую дальность и продолжительность. Уменьшить вес модели можно, применив легкие материалы или специальной формы детали, сокращая число и изменяя размеры несиловых деталей и пр.

Требование живучести. Одним из основных требований, предъявляемых к конструкции модели, является требование живучести. Живучесть конструкции зависит от того, насколько отдельные части модели сумеют сохранить первоначальную форму и выдержать нагрузки в полете и при посадке. Кроме того, более живуча та конструкция, которая прочно собрана.

Характеристика бумаги

№ п/п.	Наименование и краткая характеристика бумаги	Привес на 1 *дм*² в *г* после лакирования и окрашивания												Применение	Оценка натяжки после смачивания один раз водой
		толщина в *мм*	вес 1 *дм*² в *г*	аэролаком 1-го покрытия (разведен. на 50%)			аэролаком 2-го покрытия после нанесения на два слоя лака 1-го покрытия при минимальн. толщине цветн. покрытия, обеспечивающего ровный цвет								
				после нанесения кистью первого слоя	после нанесения кистью второго слоя	после нанесения кистью третьего слоя	синим	желтым		красным		белым			
								первый слой	второй слой	первый слой	второй слой	первый слой	второй слой		
1	Электроизоляционная конденсаторная, самая легкая прозрачная бумага без водяных знаков	0,02	0,12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Обтяжка самых легких моделей и трафареты при отделочных работах	Отличная
2	Папиросная „Филигран", легкая с водяными знаками (высш. качества)	0,03	0,18	0,08	0,07	0,05	0,29	0,28	—	0,26	—	0,77	—	Обтяжка летающих моделей	Отличная
3	Курительная, гладкая без водяных знаков .	0,03	0,19	0,08	0,07	0,05	0,27	0,29	—	0,26	—	0,78	—	Тоже	Отличная
4	Газетная	0,08	0,53	0,14	0,13	0,11	0,41	0,52	0,53	0,55	0,25	1,92	1,10	Обтяжка бензомоторных моделей для уничтожения печатных знаков покрывается краской два раза	Хорошая
5	Оберточная бумага общего назначения, цветная, тонкая	0,07	0,45	0,05	0,07	0,07	0,38	0,57	—	0,27	—	0,77	—	Папье-маше для обтяжки скоростных моделей и усиленных мест	После первого смачивания плохая, после второго смачивания удовлетворительная
6	Намоточная бумага для электроизделий . .	0,12	0,63	0,06	0,07	0,07	0,35	0,51	—	0,17	—	1,11	—	Для обтяжки тяжелых моделей	Отличная
7	Оберточная целлюлозная сульфатная (крафт)	0,13	0,75	0,10	0,08	0,08	0,32	0,35	—	0,28	—	1,07	—	Обтяжка бензомоторных моделей и усиленных мест	Отличная
8	Патронная	0,14	1,05	0,04	0,07	0,07	0,33	0,51	—	0,28	—	1,05	—	Обтяжка фюзеляжей планеров и мест усиления	Отличная
9	Александрийская белая для рисования . .	0,33	2,41	0,07	0,06	0,03	0,25	0,31	—	0,25	—	0,81	—	Тоже	Хорошая
10	Полуватман листовой	0,23	1,78	0,05	0,06	0,09	0,30	0,53	—	0,15	—	0,73	—	„	Хорошая
11	Ватман листовой (фабр. Гознак)	0,21	1,80	0,05	0,06	0,06	0,32	0,30	—	0,18	—	0,81	—	„	Отличная

К конструкции модели предъявляют и эксплуатационные требования. Отдельные части конструкции (особенно фюзеляж) должны быть максимально использованы под резиномотор, бак горючей смеси, радиоаппаратуру (если это радиоуправляемая модель) и т. д.

Для безопасной перевозки и хранения модели, особенно в летних условиях, на соревнованиях и т. п., необходимо, чтобы она разбиралась на большее число частей.

Технологические требования. Конструкция модели должна быть проста в изготовлении и осуществляться с помощью простейших технологических методов.

Ниже даются описания конструкций отдельных частей фюзеляжных моделей, постройка которых более сложна, чем схематических.

Крыло. Крыло фюзеляжной модели делается целым или разборным из двух-трех частей. Поверхность состоит из собранного крыла. В крыле различают остов и обтяжку.

Остов крыла обычно состоит из продольных лонжеронов и поперечных планок, называемых нервюрами. Передняя, задняя кромки и закругления (законцовки) придают крылу наружный контур — его форму в плане.

Крылья разделяются на одно-, двух- и многолонжеронные (рис. 12).

Обтяжка крыла должна точно сохранять заданные контуры профиля, быть легкой, ровной и гладкой, ибо морщинистость и шероховатость увеличивают трение воздуха и ухудшают летные качества модели. Для того чтобы обтяжка могла воспринимать аэродинамические силы, действующие на модель, она должна быть достаточно прочной. В таблице приводятся сорта бумаги, употребляемые для обтяжки частей летающих моделей, и указывается их частичное применение.

При взгляде на крыло спереди оно должно иметь *V*-образность. Такое устройство крыла обеспечивает модели большую устойчивость пути (рис. 13).

Нервюры придают крылу необходимую форму, согласно взятому профилю. Расстояние между нервюрами делается в пределах 20—40% от длины хорды крыла. Для сохранения формы передней части профиля в некоторых крыльях ставятся дополнительные носки нервюр (рис. 12).

Нервюры изготовляются из тонкой (1,0—1,5 *мм*) фанеры или шпона (0,5—1,0 *мм*). Но их можно изготовлять из липы, осины и ольхи.

Для небольших моделей планера (1,0—1,2 *мм*) нервюры можно изготовлять из прессшпана, а для резиномоторных — из бамбука или тонких липовых реечек.

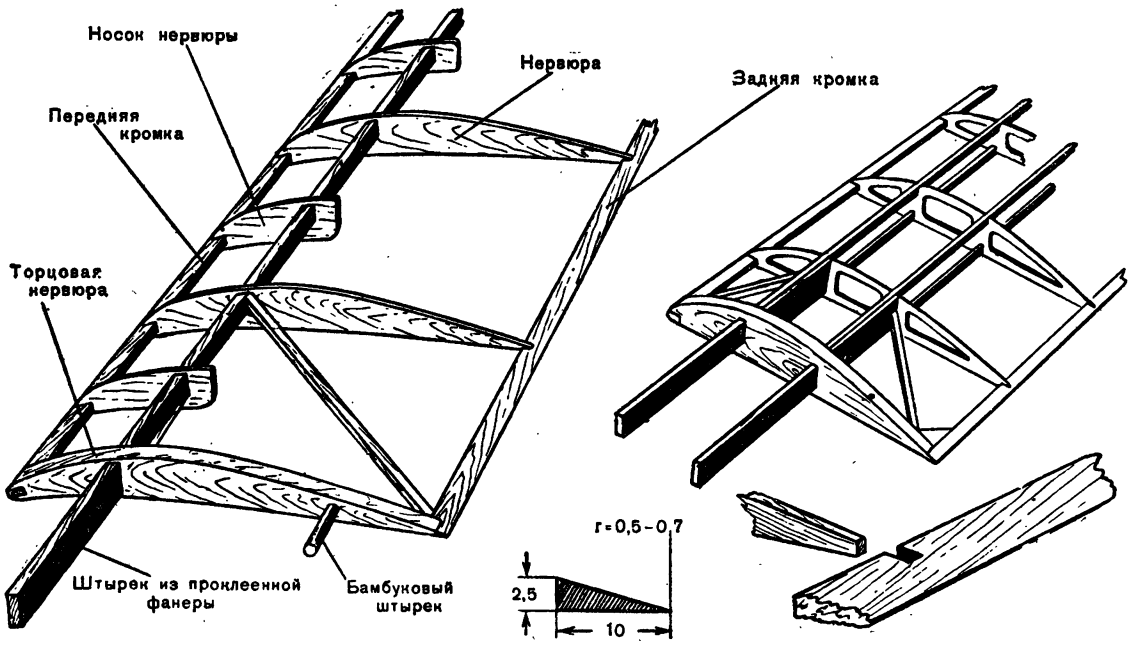


Рис. 12. Конструкция крыльев фюзеляжных моделей.

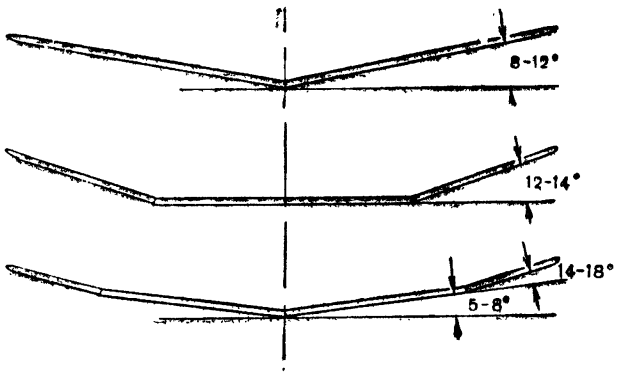


Рис. 13. Три вида *V*-образности крыльев летающих моделей.

На рисунке 14 показаны способы облегчения нервюр крыла, изготовленных из тонкой фанеры.

В разъемах крыла ставятся торцовые нервюры, которые делаются из липовой или осиновой пластинки толщиной 4—6 *мм*. У легких моделей торцовая нервюра выпиливается из фанеры толщиной 1,5—2,0 *мм* и усиливается по контуру набором из реек сечением 1,5 × 4 *мм* (рис. 14).

В однолонжеронной конструкции крыла лонжерон располагается в передней трети ширины крыла на 25—30%. В двухлонжеронной конструкции: передний—на 20—25%, задний — 55—65%.

Лонжероны изготовляются из прямослойной сухой сосны. Сечение лонжеронов делается различное и зависит от размаха крыла, количества лонжеронов и типа модели.

У моделей планера и с механическим двигателем наиболее распространенной конструкцией крыла является двухлонжеронная конструкция. Передний лонжерон состоит из двух полок сечением 3×3 *мм* или 3×4 *мм*, а задний — сплошной; высота его зависит от размера нервюры, а толщина 1,5—2 *мм* (рис. 14).

Для резиномоторной модели можно делать однолонжеронное крыло с сечением лонжерона 3 × 8 *мм* или двухлонжеронное, передний лонжерон которого состоит из двух полок сечением 2 × 3 *мм*. В случае более толстого профиля сечение лонжеронов можно уменьшить до 1,5×2,5 *мм*.

Передние кромки имеют различное сечение и форму. На рисунке 14 показаны способы соединения кромок с нервюрами. Сечение передних кромок колеблется в пределах от 2 × 3 *мм* до 3 × 5 *мм*.

Задняя кромка делается трапецевидного сечения с небольшим закруглением радиусом 0,5 × 0,7 *мм*. Толщина задней кромки зависит от толщины профиля. Чем толще профиль, тем меньше ширина кромки. У планера она может быть равна примерно 2,5 × ×8, у резиномоторной — 2×8 и моторной модели — 3×10 *мм*.

Тонкие концы нервюр вклеиваются в пропилы, сделанные в задней кромке на глубину 3—4 *мм*.

Закругления крыла для небольших моделей обычно делаются из бамбука, а для легких моделей изгибаются из липовой реечки. Сечение может быть взято прямоугольное 2 × 5 *мм*, с плавным переходом от передней кромки к задней.

Для моделей больших размеров дужки закруглений рекомендуется выклеивать из липовых, сосновых реек или березового шпона толщиной 0,5—1,0 *мм* (рис. 15). При этом ширина реек должна быть 10—15 *мм*, чтобы после высыхания клея их можно было распилить вдоль на две части — для правого и

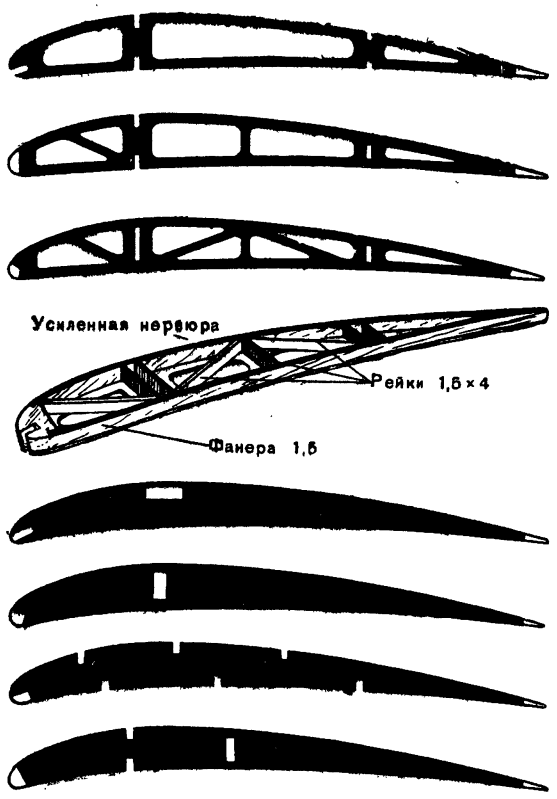


Рис. 14. Конструкция нервюр фюзеляжных моделей.

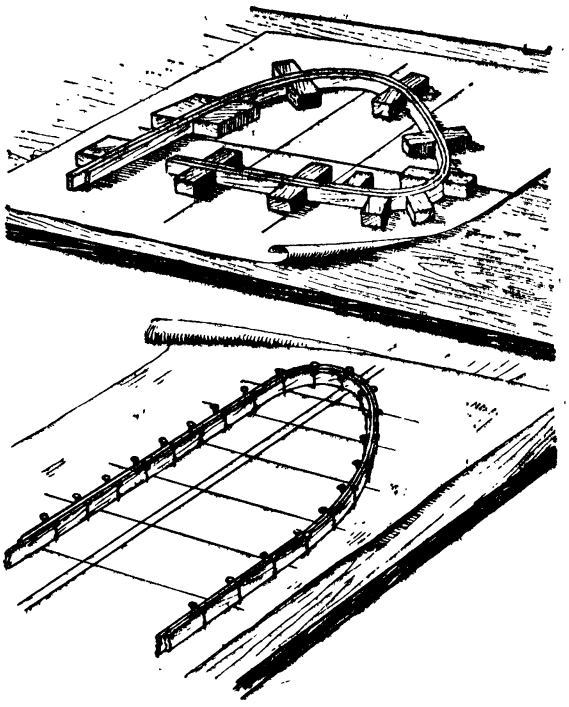


Рис. 15. Способы выклеивания закруглений для крыла и оперения летающих моделей.

левого полукрыла. Дужки с кромками соединяются на ус, причем длина уса для склейки должна быть в 8—10 раз больше толщины склеиваемых деталей. Соединения после смазки клеем аккуратно обматываются сверху нитками с клеем.

Для удобства транспортировки крыло модели длиной больше 1,5 *м* делается разъемным у фюзеляжа (рис. 16). Штырьки для крепления могут быть закреплены в фюзеляже или в консолях.

Для крепления крыльев больших планеров и моделей с механическим двигателем изготовляются металлические штыри, которые закрепляются болтами.

Металлические штыри могут быть сделаны из листового дюралюминия. Высота штыря зависит от высоты профиля, толщина для крыльев с тонким профилем — 2,5—3,0 *мм*, а для крыльев с толстым профилем — 1,5—2,0 *мм*.

Хвостовое оперение. Хвостовое оперение придает модели продольную устойчивость и устойчивость пути. Модель с хвостовым оперением, выйдя из режима прямолинейного полета, автоматически возвращается в первоначальное положение. Способность модели автоматически сохранять режим полета называется устойчивостью.

Хвостовое оперение состоит из поверхностей различной формы в плане. Для оперения летающих моделей используются несущие профили несимметричные, реже бывают профили симметричные. Профиль подбирается высотой 8—10% от длины хорды.

Конструкция стабилизатора очень схожа с конструкцией крыла. Только детали стабилизатора делаются немного тоньше.

Расположение лонжеронов и форма передних кромок могут быть такие же, как и у крыла.

Лонжероны и кромки изготовляются из сосны или липы, нервюры — из тонкой фанеры, шпона и тонких липовых дощечек.

Если стабилизатор крепится на фюзеляже, то он делается целым, а если к килю или фюзеляжу, то разъемным.

Разъемный стабилизатор крепится при помощи круглого бамбукового штырька диа-

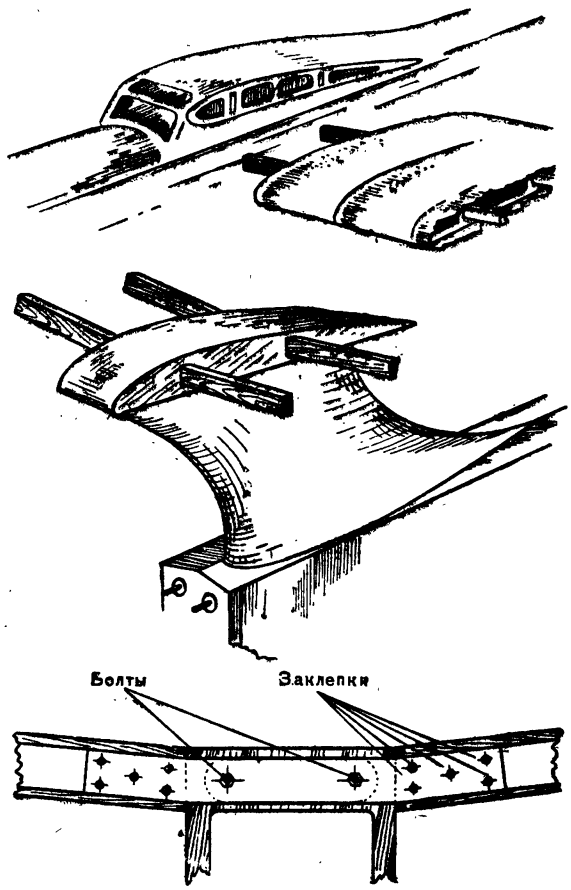


Рис. 16. Конструкция крепления разъемного крыла с фюзеляжем.

метром 4—6 *мм* (диаметр штырька зависит от высоты торцовой нервюры). Штырек наглухо привязывается к лонжерону и нервюрам киля или шпангоуту и стрингерам фюзеляжа.

Вторая точка крепления стабилизатора должна быть установлена с расчетом изменения установочного угла стабилизатора при регулировке модели. Для этой цели к передней или задней кромке стабилизатора (около торцовой нервюры) привязывается шпилька из проволоки диаметром 0,8—1,0 *мм*, один конец которой должен выступать из стабилизатора на 8—10 *мм*. На фюзеляж или киль наклеивается деревянная бобышка — пластинка из жести или из целлулоида, в ней в вертикальном положении просверливается несколько отверстий для изменения угла установки стабилизатора. Перемещая проволочный штырек по этим отверстиям, можно изменять угол стабилизатора.

Конструкция киля такая же, что и стабилизатора. В задней части киля делается руль поворота, необходимый для регулировки модели в полете. В некоторых случаях конструктивно вписанного в киль руля не делают, а на заднюю кромку приклеивают небольшой кусочек толстой бумаги. Изгибая его в ту или иную сторону, изменяют направление полета модели.

Фюзеляж. Фюзеляж является основной частью фюзеляжной модели, к которому крепятся крыло, шасси, оперение и винтомоторная группа. Фюзеляж имеет форму удлиненного, сужающегося к концам тела, в котором размещаются крепления крыла, оперения, шасси, двигатель, бак с горючим и другое необходимое для модели оборудование.

Лучшим по форме с точки зрения аэродинамики является фюзеляж круглого сечения вытянутой каплеобразной формы. Однако, исходя из удобства компоновки частей модели, улучшения ее устойчивости и упрощения конструкции, форма фюзеляжа может быть иной (рис. 17).

Если посмотреть на фюзеляж сверху, то он должен быть плавным и симметричным.

Минимальная площадь миделевого шпангоута замеряется в сантиметрах. Если модель делается для участия в соревнованиях, мидель находится по форме: сумма несущих площадей делится на 80 (для моделей самолета) и на 100 (для моделей планеров).

$$F = \frac{S_{кр} + S_{го}}{80}.$$

Форма миделевого шпангоута делается различной и зависит от типа модели, конструкции и способа изготовления. Наиболее удобная и широко распространенная в настоящее время форма фюзеляжа — многогранно-переменного сечения. На рисунке 18 показаны наиболее часто употребляемые различные сечения фюзеляжа.

По конструкции фюзеляжи бывают наборными и делятся на шпангоутные, распорочные и смешанные. Продольный набор фюзеляжа состоит из четырех, пяти, шести и более сосновых стрингеров сечением от 1×3 и до 4×4 *мм*.

Носовая часть фюзеляжа модели планера обычно изготовляется из кусочка дерева (липы, ольхи и т. п.). Внутренняя часть выдалбливается и при уравновешивании модели загружается свинцом.

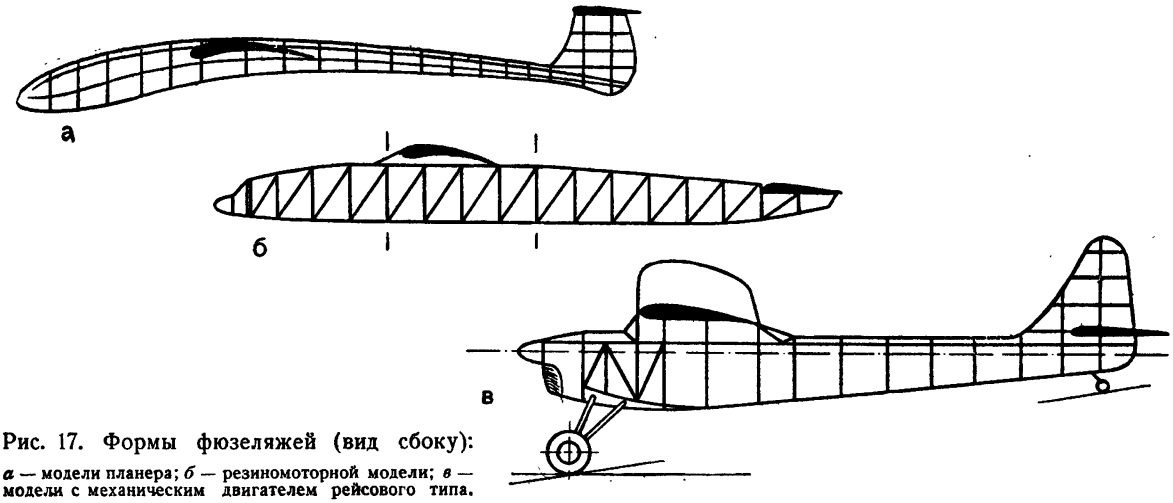


Рис. 17. Формы фюзеляжей (вид сбоку):
а — модели планера; *б* — резиномоторной модели; *в* — модели с механическим двигателем рейсового типа.

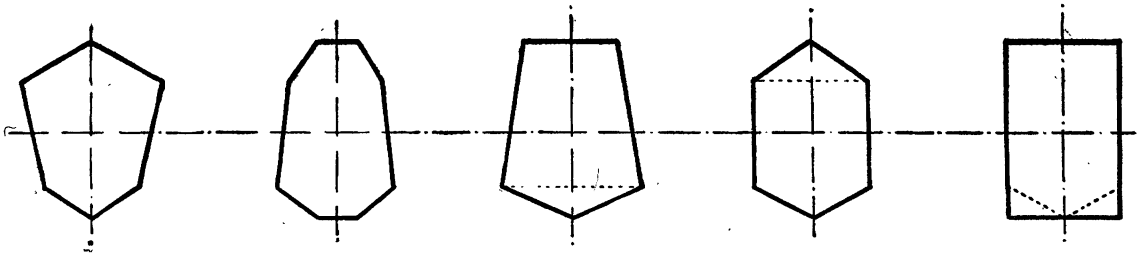


Рис. 18. Формы сечения миделевого шпангоута фюзеляжной модели.

Носовая часть фюзеляжа резиномоторной модели заканчивается облегченным шпангоутом из четырех-пятимиллиметровой фанеры и бобышкой, которая вставляется в отверстие на шпангоуте. В бобышке крепится винт на специальном подшипнике из жести или латуни.

У моделей с механическим двигателем носовая часть оборудуется торцовым шпангоутом из пяти-шестимиллиметровой фанеры. В нем согласно ушкам на моторе закрепляются механические болты крепления мотора (рис. 19).

Хвостовая часть фюзеляжа всех типов моделей чаще всего заканчивается вертикальным оперением — килем. У резиномоторных моделей она может заканчиваться съемной бобышкой для закрепления резиномотора или плавным окончанием, на котором устанавливается оперение (рис. 20).

Фюзеляж резиномоторной модели должен быть легким, прочным и жестким и выдерживать удары при грубых посадках, а также сжимающее и скручивающее усилие от резиномотора.

Шасси. Шасси фюзеляжных моделей самолета оборудуются колесами, а гидросамолетов — поплавками (рис. 21).

Шасси могут быть неубирающиеся и убирающиеся. Неубирающиеся шасси обычно делаются съемными для удобства транспортировки и состоят из одной или двух стоек. Крепятся они к фюзеляжу с помощью штырей. Для тяжелых моделей стойки шасси изготовляются двойными. Иногда они усиливаются полустойками (подкосами).

Стойки шасси могут быть сделаны из бамбука или стальной проволоки диаметром 1,5 *мм* для резиномоторных и 3,0 *мм* для моделей с механическим двигателем. Полустойки изготовляются из стальной проволоки диаметром 1,0—1,5—2,0 *мм*.

Узлы крепления стоек и полустоек (подкосов) рекомендуется размещать в местах пересечения шпангоутов или распорок со стрингерами и усиливать раскосами. Это предохранит стрингеры от поломок при грубых посадках моделей.

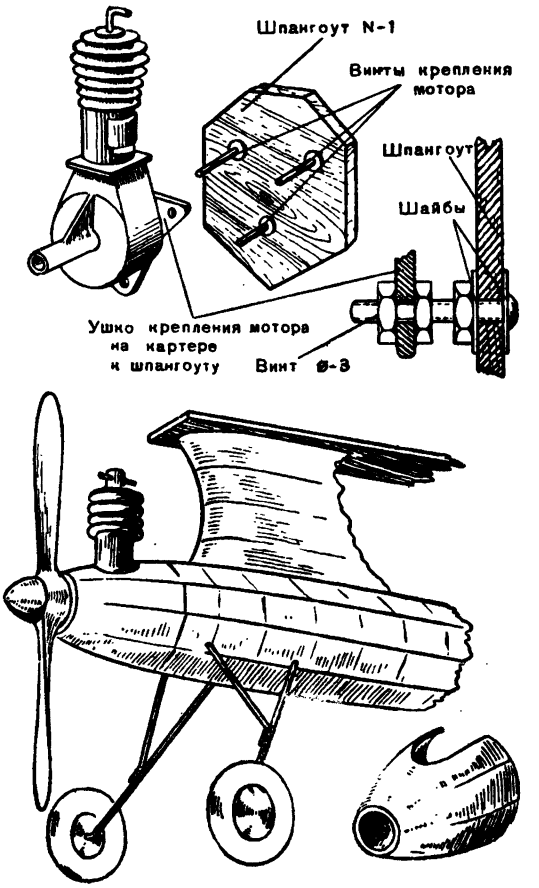


Рис. 19. Конструкция носовой части фюзеляжной модели самолета с механическим двигателем.

Убирающиеся шасси в основном делаются у резиномоторных моделей и делятся на одно- и двухстоечные. Конструкция одностоечного убирающегося шасси показана на

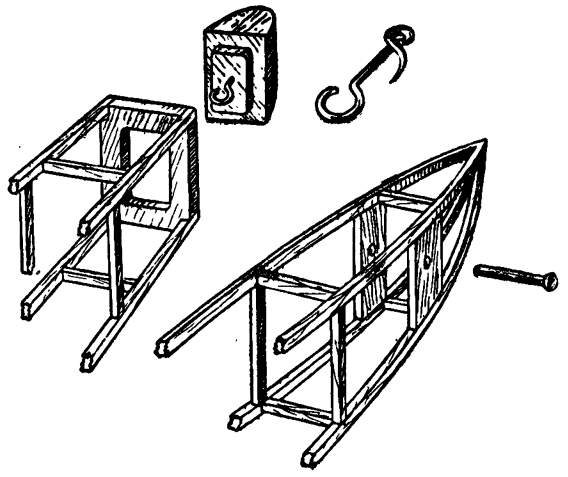


Рис. 20. Конструкция хвостовой части резиномоторной модели.

рисунке 21. По своему типу такие шасси называются бесстопорными и удерживаются в выпущенном положении, когда модель находится на земле, силой ее веса. При взлете шасси быстро убираются с помощью резинки.

Кроме моделей самолета, авиамоделисты строят и модели гидросамолетов.

Наиболее распространенной схемой для всех типов моделей гидросамолета является трехпоплавковая схема шасси. Трехпоплавковое шасси состоит из двух больших поплавков спереди (взамен колес) и одного — хвостового — сзади.

Форма поплавков и их конструкция очень разнообразны.

Для моделей парящего типа, имеющих мощную винтомоторную группу, поплавки делаются прямоугольного или ромбовидного сечения. Объемное водоизмещение поплавков зависит от веса модели, их размещения и мощности двигателя.

Водоизмещение каждого переднего поплавка должно равняться трем вторым полетного веса модели. Водоизмещение заднего поплавка обычно составляет половину объема одного переднего поплавка или на 5—10% меньше.

Задний поплавок располагают в любом месте хвостовой части модели под углом 0° или же +2—3° (в зависимости от быстроты взлета модели). Окончательное положение поплавка определяется во время регулировки модели.

Кроме моделей с трехпоплавковой схемой шасси, модели гидросамолетов большого ве-

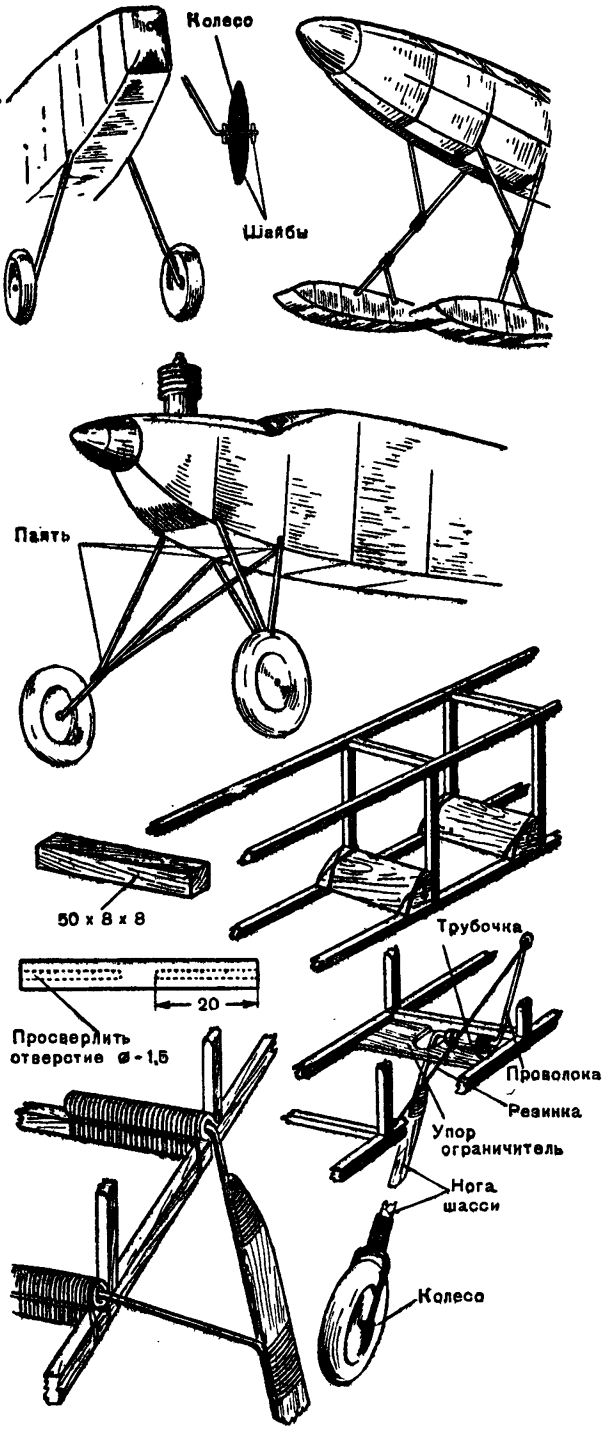


Рис. 21. Конструкция шасси фюзеляжных моделей самолета.

са и размера иногда строят с двухпоплавковой схемой или типа летающей лодки (рис. 22). Но такие модели взлетают с воды хуже и широкого распространения не имеют.

Винтомоторная группа (в.м.г.) состоит из мотора и воздушного винта.

Все летающие модели самолетов с механическим двигателем имеют только один мотор. Резиномоторные модели бывают с одним мотором (пучок резины), с двумя и даже тремя, соединенными между собой при помощи шестеренок и передающими крутящий момент на один воздушный винт (рис. 23).

Применение шестеренок на резиномоторных моделях позволяет увеличить относительный вес резиномотора и дает возможность закручивать его на большее количество оборотов.

Наиболее простой и удобный способ повысить относительный вес резиномотора — это установить шестеренчатую передачу в носовой части модели. Для этого толстый жгут резины расчленяют на два и спаривают двумя большими шестеренками. Это позволяет увеличить количество оборотов и вес резины на 30%. На рисунке 23,*а* показано такое соединение.

Количество оборотов и вес резины увеличиваются вдвое, если на ось винта насадить маленькую шестеренку, а на два больших мотка резины поставить шестеренки в 2 раза больше (рис. 23,*б*). При таком устройстве винт за один оборот раскручивания резинового мотора сделает два оборота.

Наиболее часто употребляемая шестеренчатая передача изображена на рисунке 23,*в*. Шестеренки должны быть очень легкими, диаметром примерно 23 *мм*. Вся система работает как один пучок резины, только в 2 раза длиннее.

Резиномоторы изготовляются из специально выпускаемых резиновых лент сечением 1×4 *мм* или 2×2 *мм*. Если таких лент нет, можно применять нити из самолетных амортизаторов сечением 1×1 *мм*.

Площадь сечения резинового мотора зависит от диаметра винта, шага винта, веса модели, нагрузки на несущую площадь, а также от назначения резиномоторной модели (высотная или скоростная). В большинстве случаев резиномотор подбирается практически к каждой построенной модели в отдельности.

Основным типом механических двигателей являются двухтактные компрессионные моторы, выпускаемые серийно. Это ЦАМЛ-50 — мощностью 0,08 *л. с.*, объем цилиндра 2,5 *см*³, К-16 — мощностью 0,15 *л. с.*, объем цилиндра 5,0 *см*³.

Компрессионные моторчики работают без электрозажигания. Горючая смесь в моторчике воспламеняется от большой температуры, развивающейся при сильном ее сжатии, или, как говорят, от компрессии. Отсюда и название самого моторчика — компрессионный. Такие моторчики легче и проще в эксплуатации, чем бензиновые с электрическим зажиганием.

Крепление моторов на модели осуществляется с помощью трех болтов диаметром 3—4 *мм* непосредственно к глухому торцовому шпангоуту. Такой способ крепления

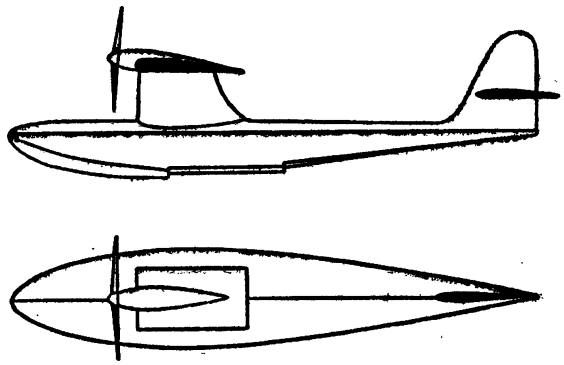


Рис. 22. Форма фюзеляжа модели гидросамолета (типа летающей лодки).

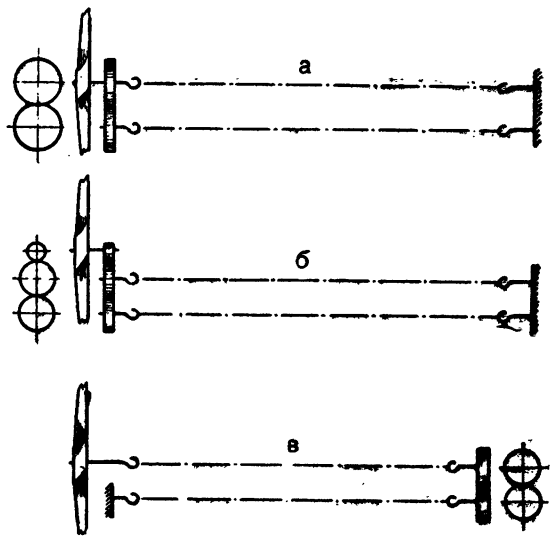


Рис. 23. Схемы шестеренчатых передач резиномоторных моделей.

мотора упрощает регулировку углов наклона и смещение оси вала винта во время регулировки модели в полете.

Носовую часть фюзеляжа следует закрывать съемным капотом, а втулку винта обтекателем — коком. Кок диаметром 30—40 *мм* вытачивается из дерева или дюралюминия. Крепится кок к носку вала мотора или втулке винта.

Капот мотора можно изготовить из папье-маше, дерева, целлулоида или тонкого алюминия. Капот должен быть съемным, чтобы можно было свободно регулировать болты крепления.

Воздушный винт преобразует мощность мотора в работу силы тяги, сообщающую модели самолета поступательное движение.

Воздушный винт летающей модели самолета может быть одно- и двухлопастным. В центральной части винта лопасти соединяются ступицей (рис. 24).

Обычно лопасти имеют овальную форму, но могут быть и другой формы (вид в плане — рис. 24).

Чаще всего на моделях самолетов ставят двухлопастной винт. Ширина лопасти по ее длине переменна. Чтобы определить относительную ширину лопасти, пользуются формулой: $b_{отн.} = \frac{b}{D}$, где $b_{отн.}$ — ширина относительная, b — ширина лопасти, D — диаметр винта.

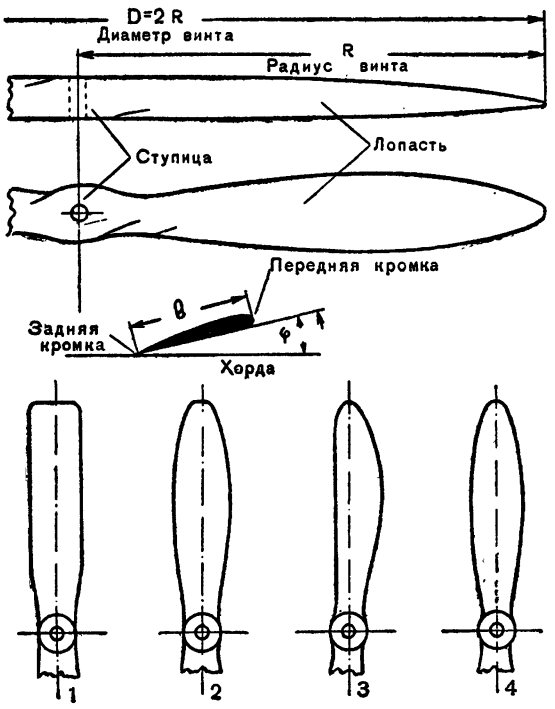


Рис. 24. Конструкция и форма воздушных винтов.

У резиномоторных моделей b относительно диаметра равняется 13—15%, у моделей с механическим мотором — до 12%.

Материалом для изготовления винтов главным образом служит древесина, причем для резиномоторных используются липа, тополь, осина, ольха, имеющие удельный вес 0,43—0,48 *г/см*³. Винты для механических двигателей делаются из более тяжелого материала: бука, клена, ореха, граба, ясеня, имеющих удельный вес 0,6—0,73 *г/см*³.

Параметры, определяющие геометрические размеры воздушного винта, называются его геометрическими характеристиками.

Основной характеристикой винта является его диаметр D, достигающий у резиномоторных моделей 50% от размаха крыла. Диаметр винта у моделей с механическим мотором определяется мощностью и количеством оборотов мотора. Другой геометрической характеристикой винта является его шаг H, то-есть путь, пройденный винтовой поверхностью за один полный оборот винта.

У различных типов моделей различен шаг винта. У резиномоторных моделей шаг винта доходит до двух диаметров. У моделей с механическим двигателем H не превышает 60% диаметра винта.

Для удобства расчетов и обозначений винты характеризуются относительным или пропорциональным шагом, понимая под этим термином величину: $h = \frac{H}{D}$.

Сечения лопастей винта имеют форму профилей крыльев. Утолщение профиля делается ближе к ступице, оно необходимо для увеличения прочности винта и крепления его на валу мотора (рис. 25). Лопасти винта рассматривают как крылья, вращающиеся вокруг оси (вала мотора) под некоторым углом к плоскости вращения.

У современных винтов обычно углы наклона в различных сечениях делаются такими, что шаг получается одинаковым для различных сечений и у большинства винтов уменьшается к концу лопастей. Такие винты называются винтами постоянного шага.

Если угол наклона в сечениях лопасти винта возрастает к его концам, то такие винты называются винтами переменного шага. Винты переменного шага в настоящее время почти не используются.

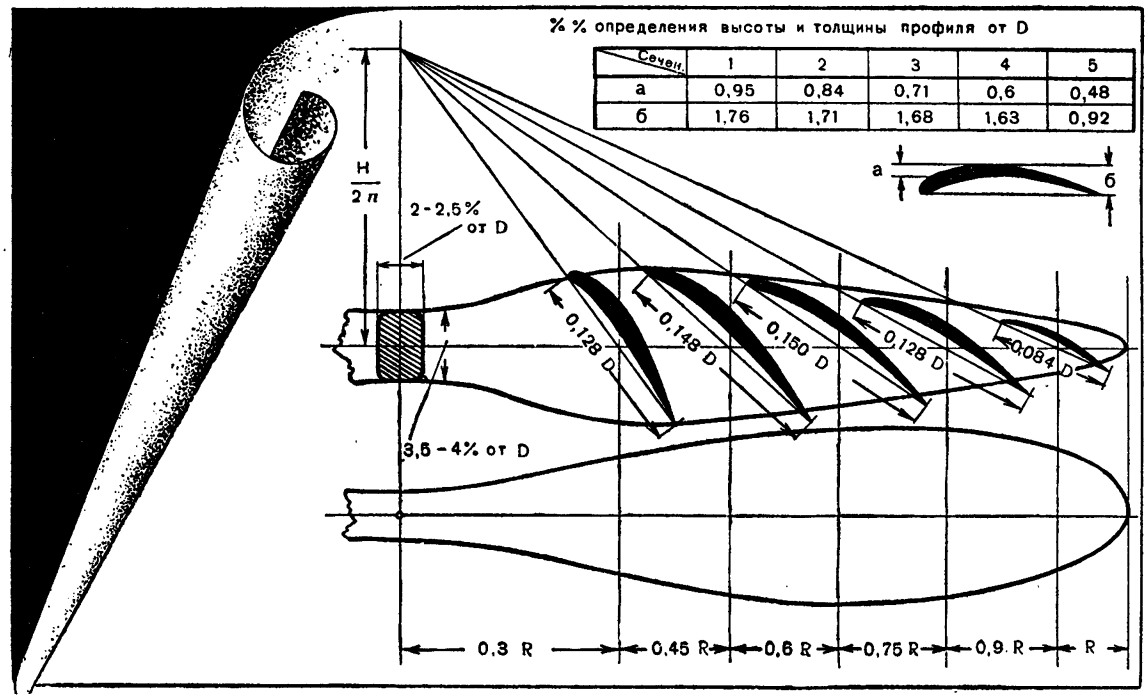


Рис. 25. Определение шаблонов винта и толщины профиля в различных сечениях для резиномоторных моделей.

Разница углов наклона сечения вблизи втулки и на конце винта называется закруткой винта.

На рисунке 25 приведен графический способ определения закрутки винта постоянного шага в любом ее сечении при заданных диаметре, относительном шаге, ширине и форме лопасти. Изготовленный по этому способу винт для резиномоторной модели должен быть легким и тонким и сохранять неизменными углы установки и кривизну профиля. На рисунке 25 показано, какие должны быть профили в различных сечениях лопасти и углы наклона винта резиномоторной модели.

Конструкций приспособлений для складывания лопастей винта в авиамодельной практике встречается много. Здесь мы даем описание двух наиболее простых схем (рис. 26). Они просты в изготовлении и доступны для начинающих моделистов.

Складывание лопастей винта имеет очень большое значение для уменьшения лобового сопротивления. При свободном ходе сопротивление винта падает в 3—4 раза, при сложенном же винте — еще больше. На нашем примере при натяжении заведенного резиномотора пружина, надетая на вал сзади винта, сжимается и разъединяет крючок вала винта от стопора, установленного в задней части съемной бобышки. При вращении винта лопасти удерживаются в рабочем положении силами инерции. После раскручивания и ослабления натяжения резиномотора пружина возвращается в первоначальное положение и двигает вал с винтом вперед. Крючок снова зацепляется за стопор, останавливает вращение и устанавливает винт в сложенном положении, близком к горизонтальному. Лопасти винта под действием сопротивления встречного воздуха свободно складываются по бортам фюзеляжа.

Бывает, что лопасти нужно складывать не в горизонтальном положении, а в каком-то другом, согласно форме фюзеляжа. Для этого с задней стороны винта устанавливают тонкую резину, которая благодаря силе натяжения будет плотно прижимать лопасти к фюзеляжу.

Наряду с двухлопастными винтами большое распространение имеют и однолопастные (рис. 26). Основное преимущество однолопастных винтов — это простота их изготовления. Лопасть винта после раскручивания резиномотора свободно укла-

дывается на верхнюю грань фюзеляжа, и для ее складывания не требуется никаких дополнительных деталей или специальных приспособлений.

Для уравновешивания однолопастного винта применяется свинцовый грузик обтекаемой формы. Он устанавливается против лопасти на стальной проволоке диаметром 1,0—1,5 *мм*. Расстояние от оси винта до грузика равняется 40—50% длины лопасти. Для уравновешивания односторонней тяги вращающейся лопасти проволока с балансирным грузом отгибается назад на угол в 15—20°.

Вал винта делается из стальной проволоки диаметром 1,5—2,5 *мм* в зависимости от диаметра винта и мощности резиномотора.

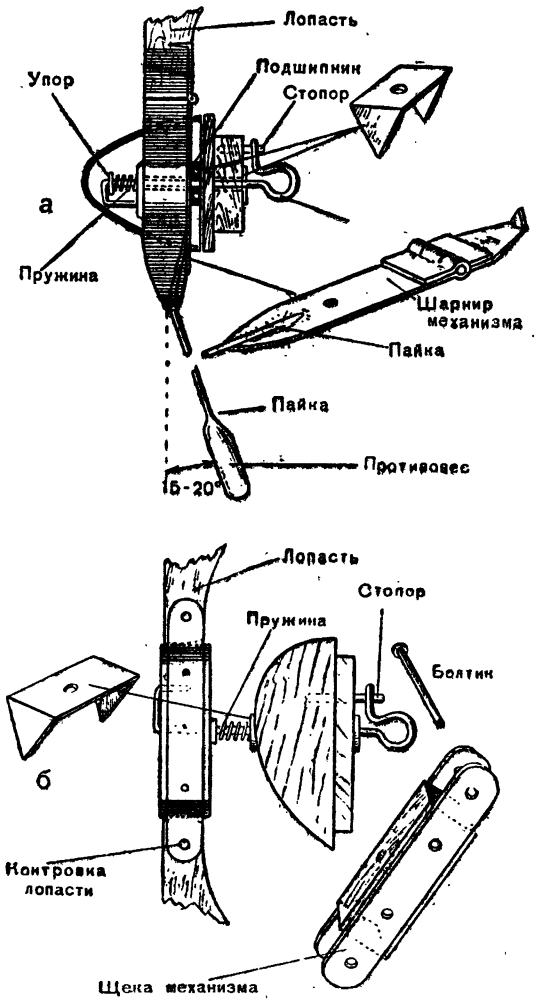


Рис. 26. Конструкции складывающихся лопастей воздушного винта.

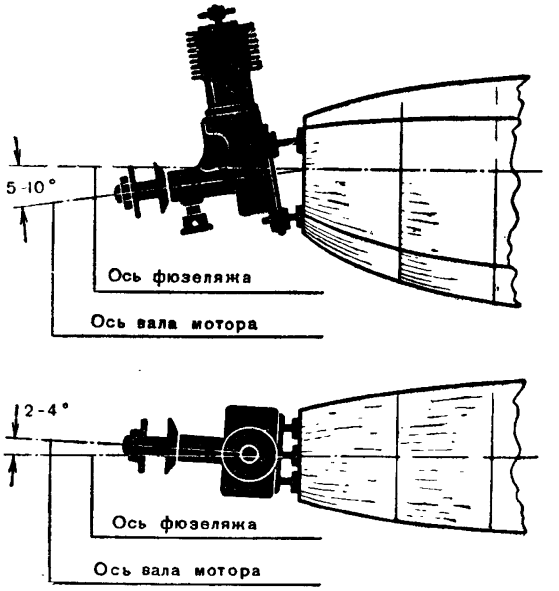


Рис. 27. Начальные углы смещения механического двигателя.

Для винта диаметром 380—400 *мм* достаточно взять проволоку диаметром 1,5 *мм*.

Подшипником для вала винта может служить латунная трубочка или пластинки, установленные в носовой бобышке с двух ее сторон. Для уменьшения трения, получающегося при натяжении сильного резиномотора, применяются маленькие упорные шариковые подшипники или шайбы диаметром 4—5 *мм*, изготовленные из листовой латуни. Шайбы должны быть гладкие, с ровной поверхностью и хорошо смазанные машинным или касторовым маслом.

Полетные качества модели с механическим двигателем во многом зависят от правильного подбора углов мотора относительно продольной оси фюзеляжа. Поэтому при установке мотора ось винта крепят с наклоном вниз на 5—10° и смещают влево (при правом вращении винта) на 2—4° (рис. 27). Эти углы даны средние, для модели парящего типа смещение мотора берется меньшее.

Питание горючим и баки для горючего. Если в кружке строится рейсовая модель самолета и она должна совершить длительный полет, необходимо правильно выбрать для нее схему питания мотора горючей смесью.

На моделях парящего типа, совершающих кратковременные полеты, достаточно иметь для запаса горючего небольшой ба-

чок, прилагаемый к двигателю, или изготовить небольшой бачок из целлулоида с мерными делениями (рис. 28).

Для моделей, совершающих дальние и продолжительные полеты, требуется установить бак большого объема. Как известно, часовой расход горючего компрессионного мотора К-16 равен 200 — 300 *см*³.

Устанавливая бак большого объема, необходимо учитывать вес самой модели, горючего и мощность двигателя. Если полетный вес модели будет сильно превышен, модель не взлетит.

На трехчасовой полет модели обычно достаточно иметь бак объемом в 500—600 *см*³. На моделях рекордного типа объем баков доводится до 1 500—2 000 *см*³. Баки для горючего необходимо устанавливать так, чтобы центр тяжести бака совпадал с центром тяжести модели.

Равномерная подача горючего для бесперебойной работы мотора во время длительного полета модели может осуществляться тремя способами (рис. 29).

Схема А. Бак устанавливается выше уровня карбюратора и смесь подается самотеком. Неудобство этой схемы: влияние уровня горючего при горизонтальных колебаниях модели, то-есть нехватка смеси или сильное заливание карбюратора.

Схема Б. Подача смеси осуществляется непосредственно подсосом из остойника самого мотора с помощью карбюратора, установленного над баком или под ним. Карбюратор соединяется с мотором резиновой или хлорвиниловой трубкой, внутренний диаметр которой равен 8 *мм*, то-есть диаметр трубки равен диаметру патрубка карбюратора. Расстояние от карбюратора до мотора в данном случае не следует делать более 250 *мм*.

Схема В. Подача смеси происходит с большого расстояния через поплавковую

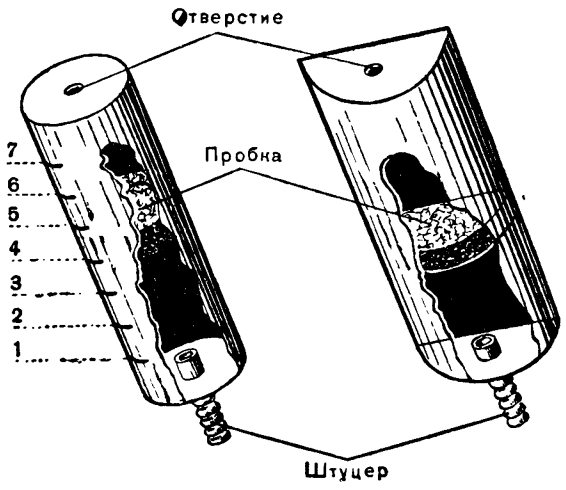


Рис. 28. Бачки для горючей смеси парящих моделей с механическим двигателем.

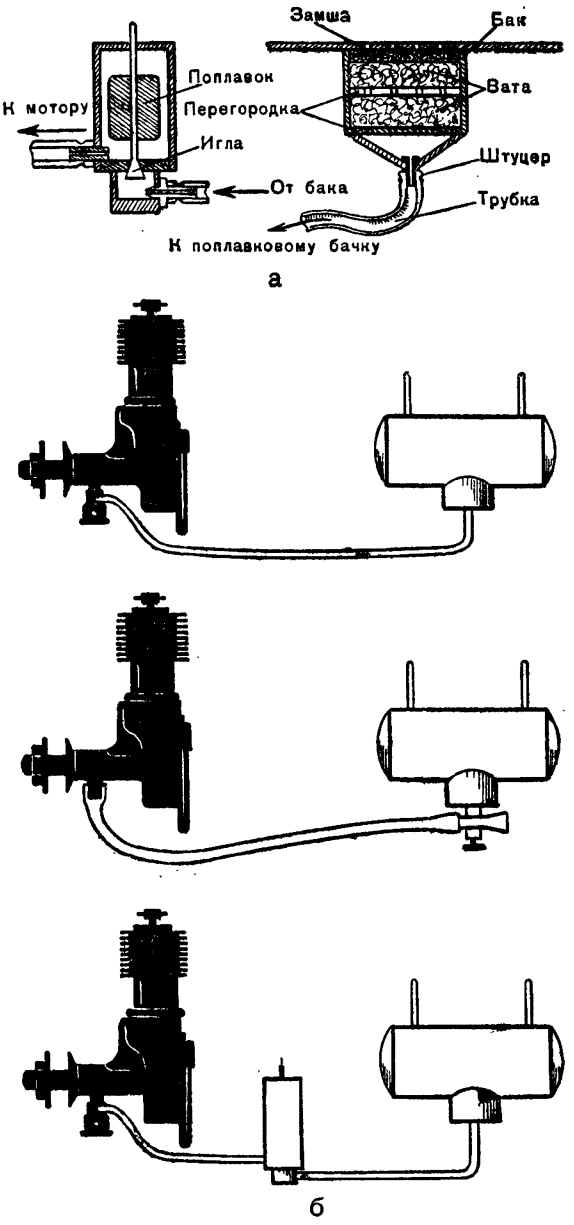


Рис. 29. Схемы питания механического двигателя:

а — устройство поплавкового бачка; *б* — схемы питания.

камеру из высоко поставленного бака. Из камеры горючее подается в мотор непосредственно засасыванием самого мотора.

Поплавковый бачок (камера), принимая горючее, удерживает постоянное давление. Бачок устанавливается за моторным шпангоутом. Конструкция бачка показана на рисунке 29.

Корпус бачка толщиной 0,5—1,0 *мм* склеивается из целлулоида или вытачивается из оргстекла или дюралюминия. Верхняя «крышка» имеет двухмиллиметровое отверстие. Нижнее «донышко» тоже имеет конусное отверстие, запирающееся снизу конусной иглой, припаянной к стержню поплавка.

Поплавок толщиной 0,3 *мм* вырезается из пробки или склеивается из целлулоида.

Поплавковый бачок работает беспрерывно. Горючее по трубке от основного бака подается в промежуточный бачок, проходит через конусное отверстие в поплавковый бачок, а по другой трубке — в карбюратор, а затем в мотор. Если в бачке много горючего, поплавок всплывает, а конусное отверстие закрывается иглой.

Во время работы мотора уровень в поплавковом бачке постоянен и процесс идет непрерывно.

Конструкция основных баков должна обеспечивать постоянную работу мотора с полной выработкой горючей смеси, фильтрацию смеси и возможно меньшие колебания уровня. Фильтрация и полная выработка горючей смеси осуществляется путем установки под баком отстойника с фильтром (рис. 29). Отстойник изготовляется из тонкого целлулоида или тонкой жести с замшевым фильтром или мелкой металлической сеткой с ватой. Фильтр можно устанавливать и в заливной горловине сверху бака для лучшей очистки смеси от случайно попадаемого мусора или пыли во время составления смеси и заливки.

Основной бак с горловиной для заливки горючего и трубочкой для дренажа изготовляется из тонкого целлулоида. Бак лучше всего делать цилиндрическим. При большой длине бака внутри него следует ставить дырчатые перегородки, разделяющие бак на два-три отсека. Такие перегородки не дают горючему в баке плескаться и резко перетекать из одного отсека в другой при случайном наклоне модели.

Склеивать целлулоид можно ацетоном или растворителем для нитрокрасок. Причем места склеек следует промазывать снаружи жидким аэролаком первого покрытия (эмалитом).

Баки, изготовляемые из латуни или жести, тщательно спаиваются, а затем промываются и проверяются на герметичность.

Герметичность бака можно проверить, опустив его с плотно закрытыми отверстиями в теплую воду. Находясь в теплой воде, бак через некоторое время нагреется и нагреет находящийся в нем воздух, который, расширяясь от нагрева, начнет выходить из плохо пропаянных или проклеенных швов.

Основные бачки устанавливают на шпангоутах в специально сделанных для них отверстиях или ставят на бобышки и целлулоидные уголки. Металлические бачки крепят за лапки, припаянные к стенкам бака.

Трубочки питания, соединяющие основной бак с поплавковым бачком, а затем с мотором, делаются хлорвиниловые диаметром 2,5—3,0 *мм*. Надетые на штуцеры концы трубочек плотно обматываются нитками.

ПОСТРОЙКА ЛЕТАЮЩИХ МОДЕЛЕЙ

Практическая работа авиамодельного кружка заключается в постройке летающих моделей.

В этой главе мы даем описание некоторых из них.

СХЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПЛАНЕРА

Первая летающая модель, которую строит начинающий авиамоделист, — это схематическая модель планера. Изготовление такой модели доступно каждому школьнику. Схематическую модель планера можно запускать в любое время года и с любой площадки. Особенно интересно пускать ее с лера в поле. Модель прочна и устойчива в полете.

Схематическая модель планера (рис. 30) строится по монопланной схеме.

Основными частями схематической модели планера являются рейка (фюзеляж), крыло и оперение, которое состоит из стабилизатора и киля.

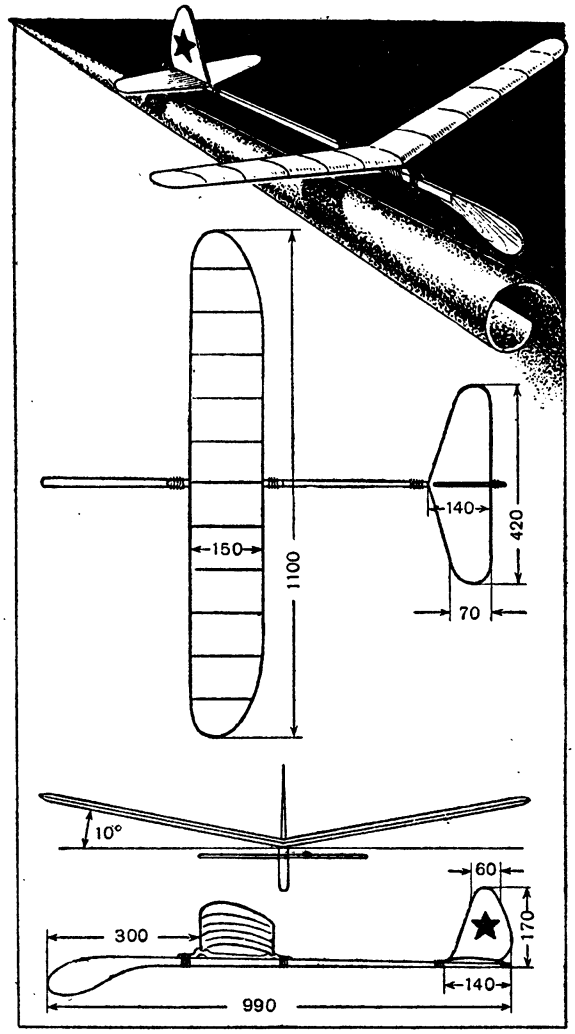


Рис. 30. Эскизный чертеж схематической модели планера в трех проекциях.

Постройку модели юные авиамоделисты начинают с изготовления крыла.

Крыло модели состоит из передней и задней кромок, одиннадцати нервюр и двух закруглений. Кромки крыла изготовляют из сосновых реек длиной 990 *мм*, шириной 8 *мм* и высотой 5 *мм*. На концах кромок сечение уменьшается до 5—3 *мм*.

Закругления для крыла делаются из бамбуковых реек, плоских вверху и полукруглых с нижней стороны. На концах реек сечение равно 3 × 5 *мм*, а в средине закруглений оно уменьшается до 2 × 4 *мм*.

Нервюры крыла изготовляются из бамбука сечением 2×3 *мм*. Если его нет, их можно делать из сосны сечением 2 × 3 *мм*.

Сборку крыла начинают с соединения закруглений с кромками (рис. 31). Чтобы сборка была правильной, необходимо кромки время от времени прикладывать к чертежу крыла (кромки должны лежать точно по линии чертежа с внутренней стороны от нее). Приложив кромки к линии чертежа, берут карандаш и отмечают по чертежу место центральной нервюры. Затем на чертеж кладут закругления и отмечают места соединений.

Концы кромок и закруглений срезают на ус, выравнивают напильником, смазывают клеем и строго по отметкам связывают нитками. Нитки следует плотно укладывать ряд к ряду (как на катушке).

Получившийся контур крыла снова накладывают на чертеж и проверяют правильность сборки.

Когда контур крыла будет собран, на кромках намечают места установки нервюр. В этих местах кромки осторожно прокалывают (расщепляют) ножом. В эти проколы вставляют заготовленные нервюры срезанными концами. Нервюры устанавливают так, чтобы их концы не торчали из кромок. Места соединений нервюр с кромками смазывают клеем и просушивают.

Для крепления крыла к фюзеляжу служит планочка, которая выстругивается из липовой дощечки. Форма и размеры ее приведены на рисунке 31 внизу. Планочка соединяется с крылом с помощью ниток и клея. Нитки туго наматывают крест-накрест. Движение это повторяют 4—5 раз. Необходимо следить, чтобы планочка стояла параллельно нервюрам и перпендикулярно кромкам. Угол атаки крыла должен быть равен 4°.

Стабилизатор состоит из двух кромок, изготовленных из сосновых реек сечением 3 × 5 *мм*, двух закруглений из бамбука сечением 2,5×4 *мм*. Кромки и закругления имеют низ плоский, а верх полукруглый. Сборка контура стабилизатора производится так же, как и крыла. Средняя нервюра, при помощи которой стабилизатор крепится к рейке, делается плоской формы и имеет длину 160—170 *мм*, сечение 2,5 × 8 *мм*. Прикрепляется она к кромкам нитками с клеем так, чтобы концы нервюры на 10—15 *мм* выступали наружу.

Киль делается из одного кусочка бамбука. Сечение контура киля должно быть 3 × 5 *мм*. Киль своим передним концом закрепляется на средней нервюре стабилизатора нитками с клеем.

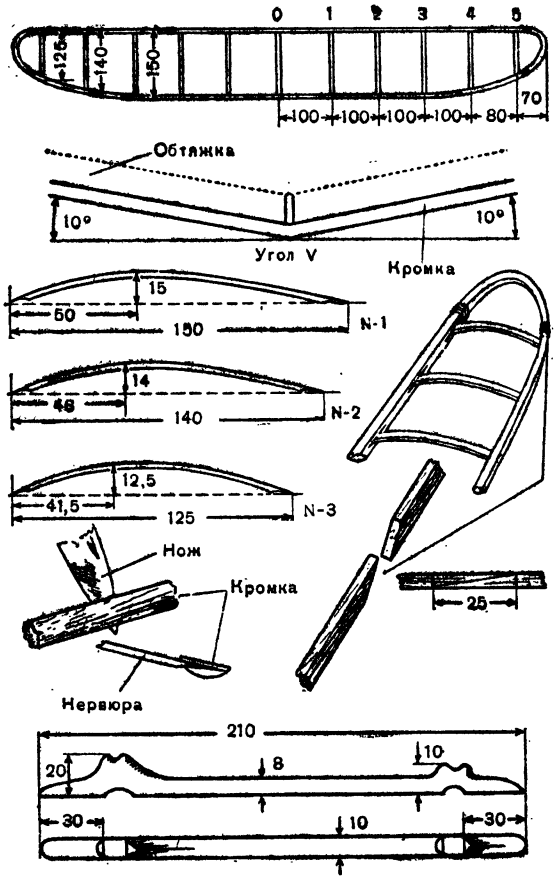


Рис. 31. Конструкция деталей крыла модели планера.

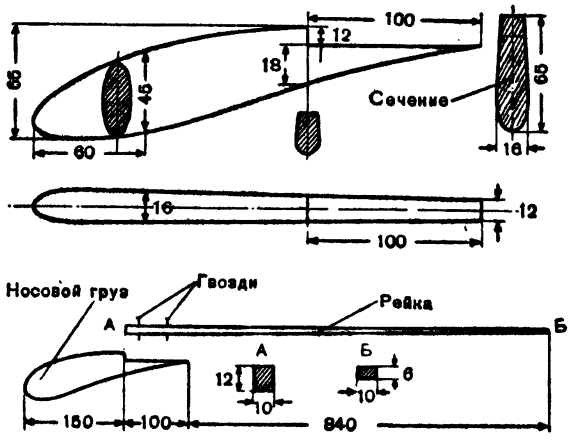


Рис. 32. Конструкция рейки-фюзеляжа и носового груза модели планера.

Для фюзеляжа (рис. 32) вырезают сосновую рейку длиной 940 *мм* и сечением 10 × 12 *мм*. С середины к заднему концу рейку сострогивают, доводя сечение до 10 × 6 *мм*.

Из липовой или сосновой дощечки вырезают груз. Длина дощечки 250 *мм*, толщина 15 *мм* и ширина 65 *мм*. На дощечке рисуют форму носового груза. Затем по этому контуру вырезают груз и прикрепляют его к переднему концу рейки. Когда клей высохнет, носовой груз обрабатывают совместно с рейкой. Носовая часть груза имеет овальную форму. Рейка сверху делается плоской (для крепления крыла), а снизу — полукруглой. После обработки фюзеляж покрывают нитрокраской или полируют.

Правильно изготовленные части модели — крыло, хвостовое оперение и стабилизатор — обтягивают папиросной бумагой. Каждую половинку крыла оклеивают сверху, стабилизатор — с нижней стороны, а киль — с двух сторон. Приклеивают бумагу жидким казеиновым клеем.

В окончательном, отделанном виде части схематической модели планера должны иметь следующий вес в граммах: фюзеляж-рейка — 57, крыло — 51, хвостовое оперение — 14. Таким образом, полетный вес модели будет равняться 122 *г*.

Когда все части модели готовы, можно перейти к сборке и регулировке модели планера.

Стабилизатор привязывают к рейке нитками и места соединений промазывают клеем. Крыло прикрепляют при помощи резиновых нитей сверху фюзеляжа.

Теперь определяют центр тяжести. Для правильного полета модели надо, чтобы центр тяжести находился под крылом на расстоянии одной трети от передней кромки.

СХЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ САМОЛЕТА

Схематическая модель самолета является вторым этапом в работе начинающего авиамоделиста. Постройка такой модели доступна каждому учащемуся средней школы.

Для постройки модели самолета требуются такие же инструменты и материалы, как и для постройки планера.

От схематической модели планера модель самолета отличается тем, что, кроме тех частей, которые есть у планера, она имеет

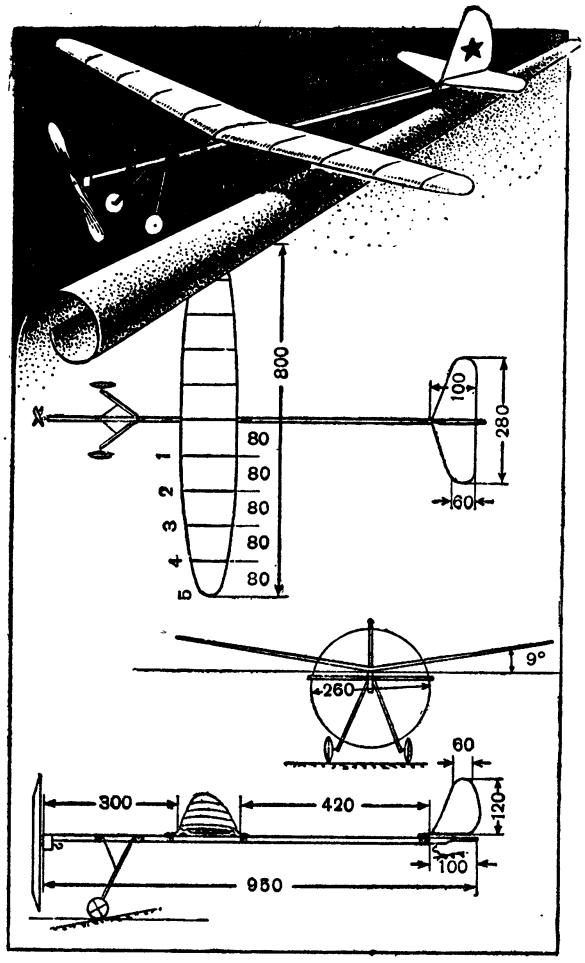


Рис. 33. Эскизный чертеж схематической модели самолета в трех проекциях.

еще воздушный винт, резиновый мотор и шасси (рис. 33).

Крыло состоит из передней и задней кромок, девяти нервюр и двух закруглений. Все детали изготовляются из бамбука (рис. 34).

Кромки сечением 4 × 2 *мм* и длиной 700 *мм* нагревают над огнем и сгибают посредине, так чтобы получился «угол V», равный 8°. Из бамбука сечением 2×3 *мм* делают два закругления. Концы кромок и закруглений срезают на ус и соединяют клеем и нитками.

Затем сгибают девять нервюр, концы их заостряют «лопаточкой» и вставляют в проколы в кромках крыла.

Крыло модели самолета собирается так же, как и у планера.

Для крепления крыла делают планочку из липовой дощечки размером 6×12×170 *мм*. Форма и размеры ее показаны на рисунке 34.

Стабилизатор и киль самолета собираются так же, как и планера. Кромки стабилизатора имеют низ плоский, а верх полукруглый, сечение их в центре равно 3 × 1,5 *мм*, а на концах 1,5 × 1,5 *мм*.

Центральная нервюра — плоская, сечением 5×1,5 *мм* и длиной 115 *мм*. Она прикрепляется к стабилизатору нитками и клеем таким образом, чтобы ее концы на 10 *мм* выступали наружу. Эти концы необходимы для крепления хвостового оперения к рейке.

Киль изгибается из одного кусочка бамбука и привязывается к нервюре стабилизатора с задней стороны передней кромки. Сечение кромок у основания равно 2×3 *мм*, закругления — 2×2 *мм* (рис. 34). Все закругления крыла, стабилизатора, киля изгибают над огнем и проверяют, прикладывая детали к чертежам, сделанным в натуральную величину.

Хвостовое оперение устанавливается на конце рейки выступающими концами и наглухо привязывается к ней нитками с клеем.

Рейка (фюзеляж) выстругивается из сосновой палочки длиной 950 *мм* и сечением 11 × 6 *мм* (рис. 35).

К фюзеляжу на расстоянии 200 *мм* от переднего конца рейки наглухо прикреплены стойки шасси. Для усиления жесткости крепления шасси с рейкой применяют два подкоса, которые делаются из миллиметровой проволоки.

Стойки шасси (рис. 35) изготовлены из бамбука и имеют каплеобразную форму. Вверху сечение стоек равно 6×3 *мм*, а внизу 4 × 2 *мм*. К тонким концам стоек привязываются оси для колес. Чтобы ось не вытаскивалась и не вращалась, один ее конец расплющивают. Для того чтобы оси были заподлицо со стойками шасси, в последних нужно сделать небольшие срезы, к которым с помощью клея и ниток прикрепить ось. Нитки укладывают ровно, ряд к ряду.

Самая трудная часть в изготовлении модели самолета — это винт. Делать его надо с особой тщательностью и вниманием. Изготовляют винт из брусочка липы (можно ольхи, березы или осины) длиной 260 *мм* (длина должна равняться диаметру винта), шириной 26 *мм* и высотой 13 *мм*. Брусочек размечают по рисунку. Затем берут шаблон и очерчивают контур лопастей винта. Шаблон винта лучше всего сделать из

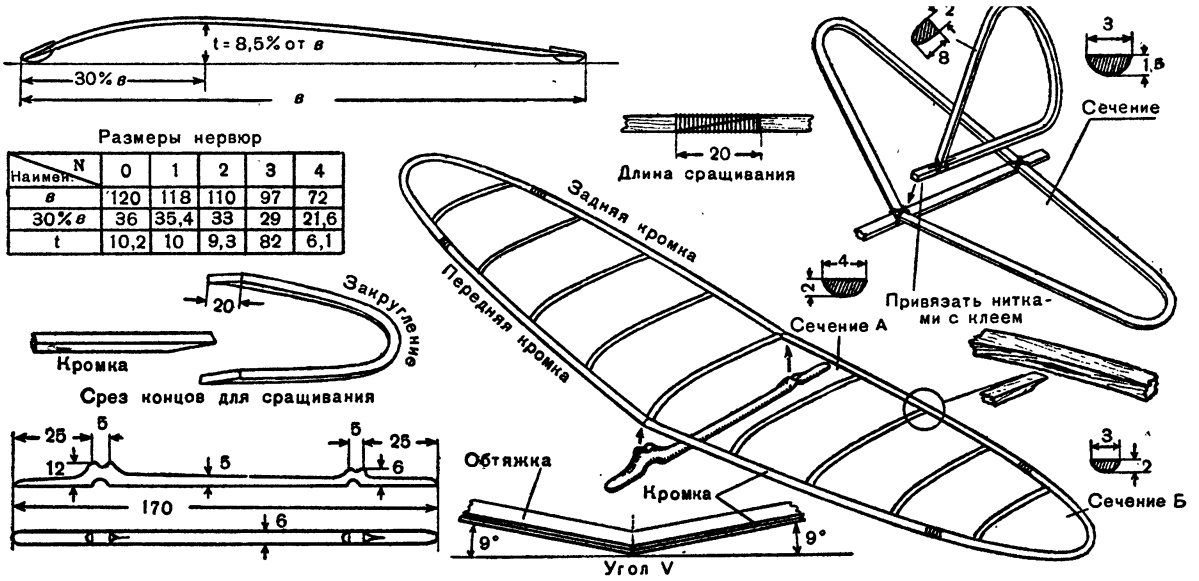


Рис. 34. Конструкция деталей крыла и хвостового оперения модели самолета.

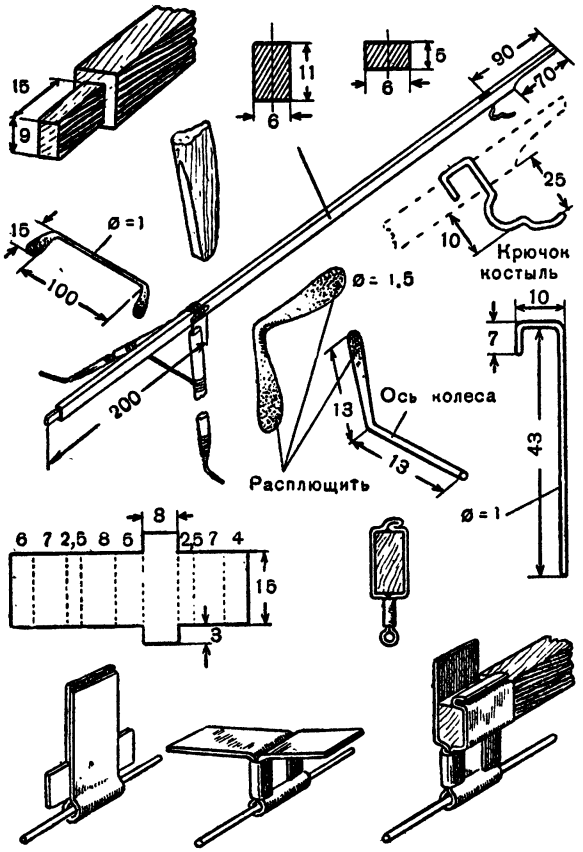


Рис. 35. Устройство рейки-фюзеляжа и подшипника схематической модели самолета.

жести. Если ее нет, можно взять картон или плотную бумагу (рис. 36). Затем ножом срезают древесину. Обе лопасти винта должны быть одинаковыми по размеру и форме. Верхние поверхности их — выпуклые, нижние — плоские. Винт зачищают напильником и шкуркой и уравновешивают, вставив в отверстие, сделанное в центре винта, проволоку. Если одна из лопастей окажется тяжелее другой, ее еще зачищают.

Подшипник изготовляется из листовой белой жести толщиной 0,5 *мм*. Развертка подшипника и способ его изготовления показаны на рисунке 35. Пользуясь плоскогубцами, подшипнику придают форму квадрата, остающиеся концы соединяют в паз.

Винт насаживается на ось из проволоки длиной 80 *мм* и диаметром 1 *мм*. Один конец проволоки изгибают в виде буквы «Г» и плотно укрепляют в центральной части винта. Затем на ось надевают 3—4 шайбы, сделанные из жести, и вставляют ее в трубочку подшипника. Другой конец оси изгибают в виде крючка, на который потом подвешивают резиномотор. При сборке подшипника и винта нужно строго придерживаться рисунка.

Остается сделать резиновый мотор. Для вращения винта такой схематической модели самолета изготовляется резиномотор, который состоит из шести резиновых нитей, сечением 4×1 *мм* или 2×2 *мм* и

длиной 830 *мм* каждая. Нити соединяют в один пучок и на концах делают петли. Один конец резиномотора закрепляется на крючке оси винта, другой — на заднем крючке — костыле.

Чтобы нити не перетирались о проволоку, резину надо обмотать нитками или ленточкой из тонкой материи.

Изготовленные части модели — крыло, стабилизатор и киль—обтягивают папиросной бумагой. Для обтяжки следует брать тонкую папиросную бумагу (белую или цветную). Крыло обтягивается только сверху, стабилизатор снизу, а киль с двух сторон.

Готовые части модели самолета должны иметь следующий вес в граммах: рейка — 32, крыло — 13, оперение — 5, винт с подшипником — 12 и резиномотор — 21. Таким образом, полетный вес модели будет равняться 83 *г*.

Как только все части модели будут готовы, приступают к сборке модели самолета. Стабилизатор с килем привязывают к рейке-фюзеляжу нитками, затем прикрепляют шасси. На крючки надевают резиномотор. Далее находят центр тяжести модели и устанавливают крыло, прикрепив его за концы планочки резиновыми нитями или жестяными хомутиками к рейке-фюзеляжу.

Теперь можно приступить к регулировке модели. Сначала модель регулируют, как планер, без закрученного резиномотора. Когда модель будет совершать плавный планирующий полет, заводят резиномотор на 100—150 оборотов и запускают модель против ветра. Только после того, как модель будет отрегулирована на малых оборотах, количество оборотов доводят до 600—800.

СХЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ САМОЛЕТА (рекордного типа)

Этот тип схематической модели самолета впервые демонстрировался на состязаниях в 1950 году.

Модель такого типа имеет большой относительный вес резиномотора и специально подобранный винт большого диаметра и шага. Модель с закрученным резиномото-

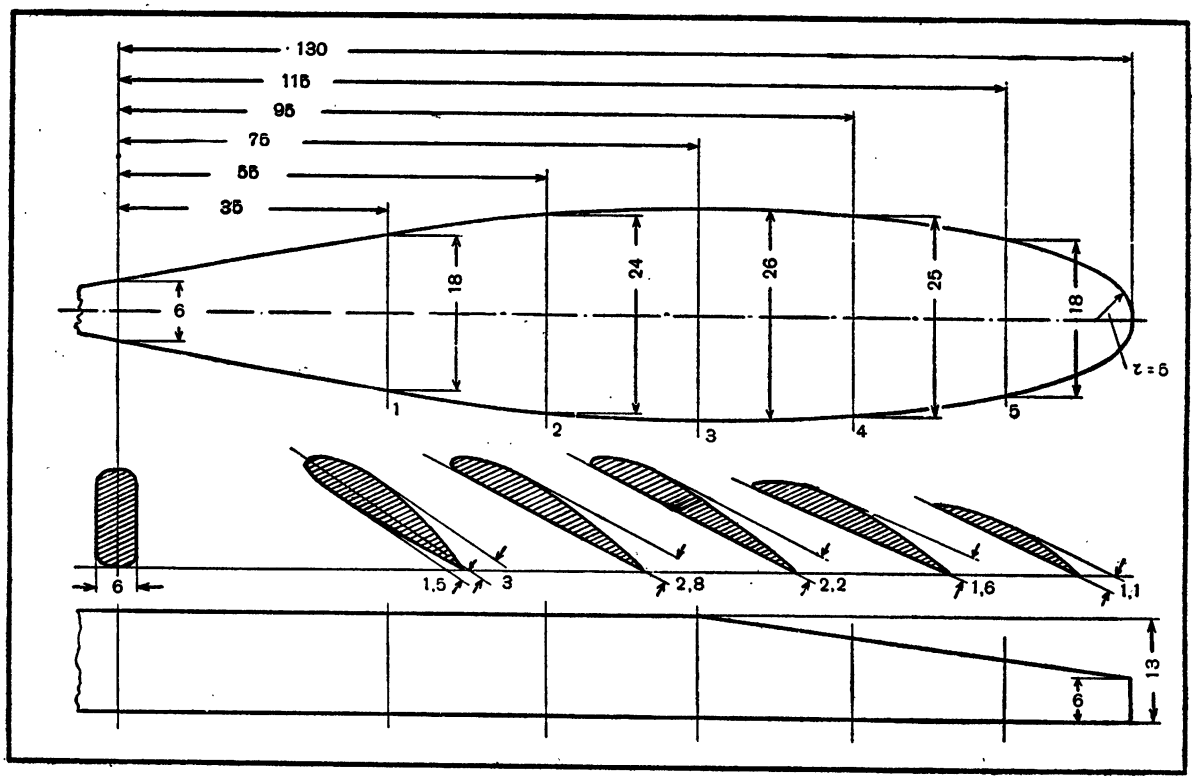


Рис. 36. Чертеж винта схематической модели самолета.

ром поднимается на высоту до 40—50 *м*, а затем переходит на планирование.

Помещенная здесь модель (рис. 37) спроектирована и построена в 1952 году Левой Русаковым (Московский городской дом пионеров). Продолжительность полета, показанная моделью на московских городских состязаниях, — 9 *мин.* 16 *сек.* После этого модель потерялась из виду. Покрытое ею расстояние равнялось более 10 *км.*

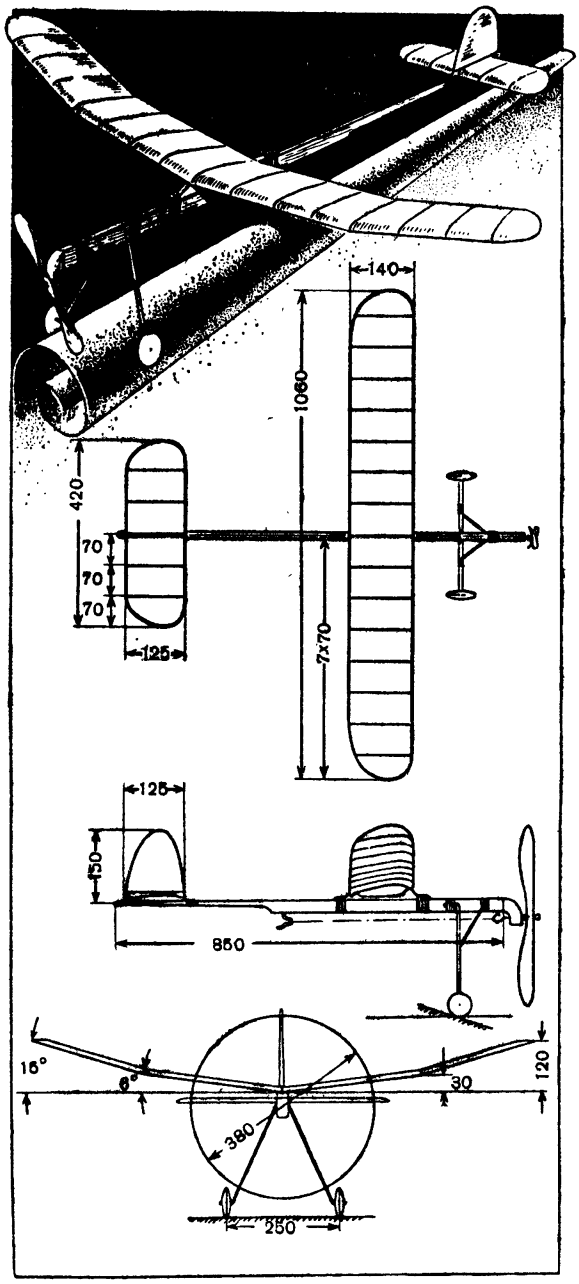


Рис. 37. Эскизный чертеж схематической модели самолета парящего типа.

Основным материалом для постройки модели служат липовые тонкие реечки.

Крыло модели делается с тонким вогнуто-выпуклым профилем, с двойной обтяжкой и тройным *V* (рис. 37, 38).

Крыло состоит из основного и добавочного лонжеронов, двух кромок, двух закруглений и пятнадцати нервюр.

Кромки крыла имеют различное сечение: передняя 3 × 2 *мм*, задняя 6 × 1,5 *мм*.

Основной лонжерон состоит из двух полок — верхней и нижней, реек сечением 2 × 2 *мм* и такого же сечения стрингера (добавочного лонжерона), поставленного с нижней стороны профиля.

Закругления для крыла изгибаются из липовой реечки сечением 2×2,5 *мм*, но их можно выгнуть и из бамбука.

Острым и тонким ножом из березового шпона толщиной 0,5 *мм* вырезают 15 нервюр, каждую в отдельности, согласно профилю (рис. 38). Вырезанные нервюры соединяют вместе и обрабатывают по контуру.

Сборка крыла начинается с изгибания лонжеронов и кромок в местах образования *V*. Затем устанавливаются нервюры, кромки и привязываются закругления.

К рейке крыло крепится при помощи планочки, сделанной из липы (рис. 38).

Хвостовое оперение модели состоит из несущего стабилизатора и киля (рис. 38).

Контур стабилизатора изгибается из одной липовой реечки сечением 2×3 *мм*. Низ стабилизатора делается полукруглым, а верх плоским.

Контур киля изгибается из липовой реечки сечением 2 × 2,5 *мм*.

Собирается оперение так же, как и у предыдущих моделей. Стабилизатор обтягивается с одной верхней стороны, киль с двух сторон. Если стабилизатор будет коробить, то можно поставить лонжерон в передней трети длины нервюры, сечением 2×5 *мм*. Лонжерон устанавливают снизу и привязывают к нервюрам тонкими шелковыми нитками с клеем.

Рейка-фюзеляж (рис. 39) изготовляется из двух липовых реек размером 850 × 13 × 10 *мм* и 500 × 13 × 10 *мм*. Для облегчения рейки выдалбливают внутри, а затем склеивают. Верх рейки делается плоским, низ полукруглым, сечение задней части рейки к концу уменьшается до 4×10 *мм*.

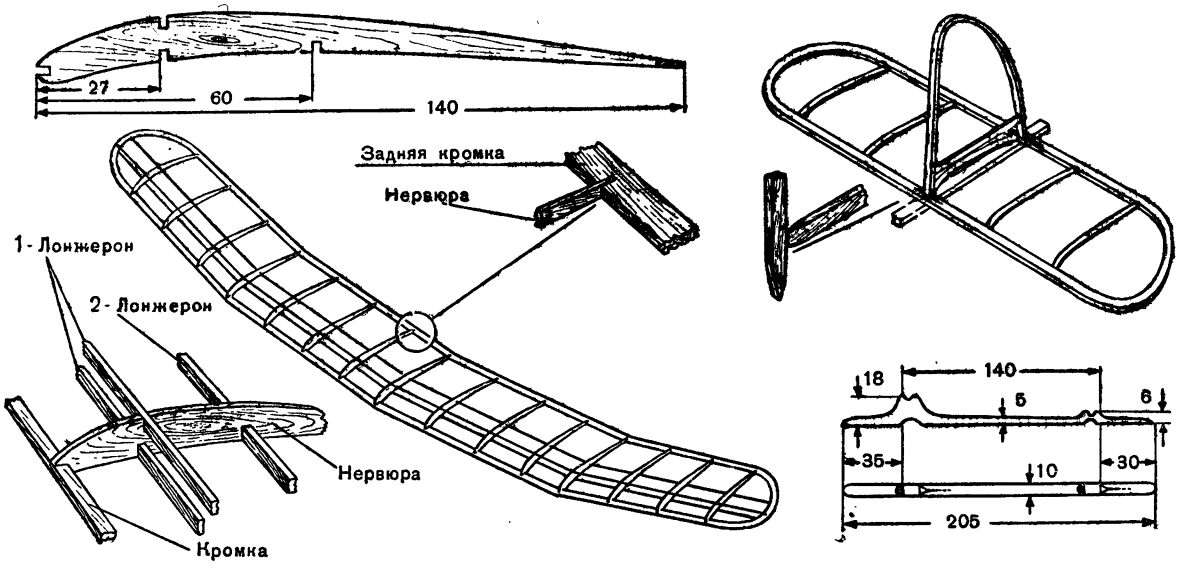


Рис. 38. Конструкция крыла и хвостового оперения модели самолета.

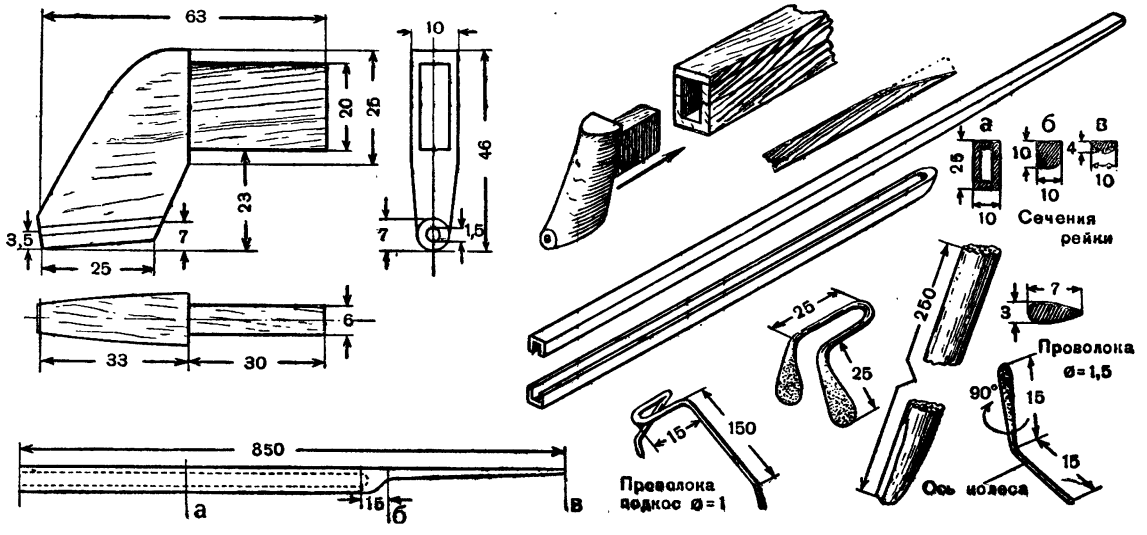


Рис. 39. Конструкция рейки-фюзеляжа и подшипника схематической модели самолета парящего типа.

Шасси модели делается из двух липовых стоек и двух подкосов, изготовляемых из миллиметровой проволоки. Длина стоек 250 *мм*, сечение у рейки 3×7 *мм*. У колеса сечение стоек уменьшается до 2,5×6 *мм*.

К рейке шасси крепится при помощи проволочных деталей. Колеса вырезаются из тонкой фанеры. Для втулки берется кусочек дерева твердой породы. В середине колеса делается отверстие, в которое вставляется втулка. Затем колеса обтягиваются двумя конусами, вырезанными из плотной бумаги.

В переднем конце рейки сделано прямоугольное отверстие, куда ставится специальный подшипник, крепящий винт с осью (рис. 39). Подшипник изготовлен из твердой породы дерева (ясень, клен, бук).

Для изготовления винта берут брусочек липы сечением 36 × 48 *мм* и длиной 380 *мм* и вычерчивают шаблон (рис. 40). В центре винта просверливают отверстие диаметром 2,5 *мм*, куда вставляют жестяную трубочку с осью. Наружный диаметр трубочки равен 2,5 *мм*, внутренний диаметр должен быть таким, чтобы винт мог свободно вращаться на оси.

Для уменьшения лобового сопротивления винта после раскручивания резиномотора и для повышения качества планирования винт этой модели должен иметь свободный ход. Устройство свободного хода показано на рисунке 41. Один конец оси, которая изготовляется из стальной проволоки диаметром 1,5 *мм*, изгибают в виде буквы *«П»* и к одному из ее концов припаивают упор для пружины. Упор изготовляется в виде шайбы диаметром 6 *мм* и толщиной 0,5 *мм*.

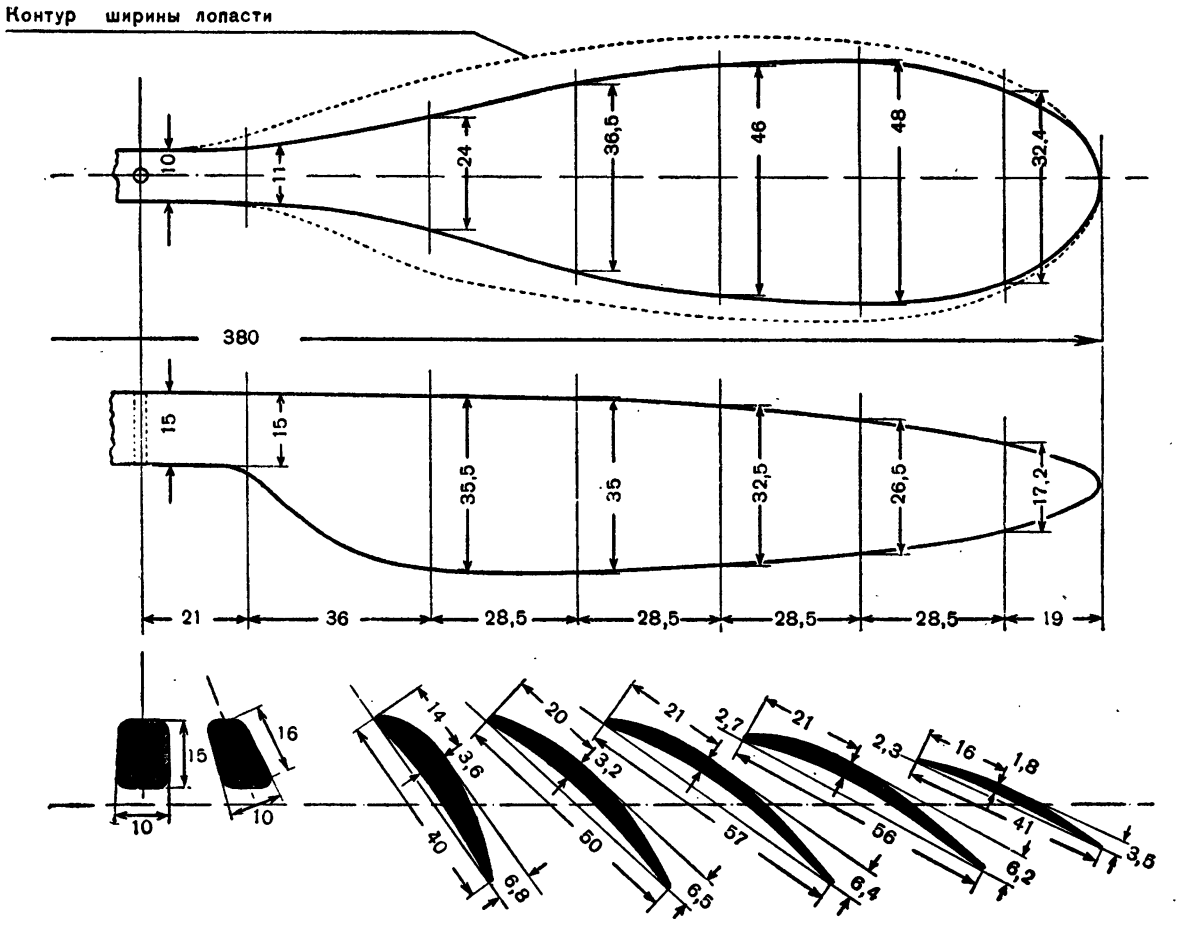


Рис. 40. Чертеж винта модели самолета парящего типа.

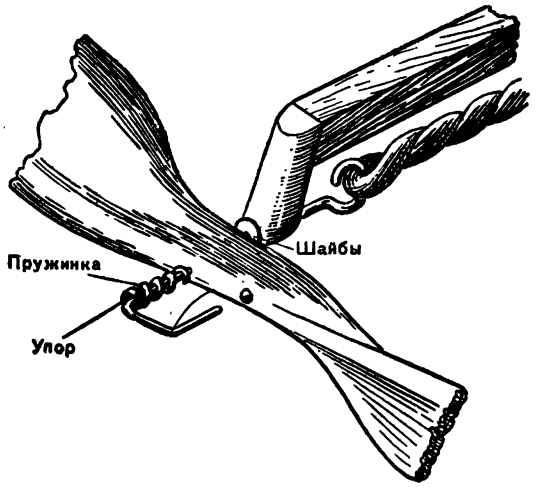


Рис. 41. Конструкция носовой части модели самолета парящего типа и устройство свободного хода.

Затем на ось надевается стальная пружина диаметром 0,7 — 0,8 *мм*, винт, шайбы и подшипник. После этого круглогубцами загибается другой конец оси в виде разомкнутого кольца.

Разберем, как работает свободный ход винта.

Закрученный на полные обороты резиномотор валом винта сжимает пружину (в это время П-образный конец оси находится в отверстии винта). Как только резиномотор перестает вращать винт, пружина выталкивает конец вала из отверстия и винт при планирующем полете модели начинает свободно вращаться от действия на него встречного воздуха. При этом лобовое сопротивление вращающегося винта уменьшается до 30—35%. Это позволяет модели совершать более продолжительный планирующий полет, а при наличии восходящих потоков воздуха и парить длительное время.

Оклеивается модель тонкой папиросной бумагой. После того как клей высохнет, обтяжку крыла для лучшего натяжения можно слегка спрыснуть водой.

Окончательно изготовленные части модели должны весить (в граммах): крыло — 39, стабилизатор—8, киль — 2, винт с подшипником — 38, рейка — 26, шасси — 32, резиномотор — 70.

Центр тяжести должен быть расположен на расстоянии 85 *мм* от передней кромки крыла.

После того как модель собрана, ее регулируют.

Регулировка модели осуществляется передвижением крыла и изменением угла стабилизатора при помощи изгибания хвостовой части рейки.

Первые регулировочные полеты модели проводятся на планирование. Затем резиномотор заводят на 50—80 оборотов и запускают модель.

Число оборотов следует увеличивать постепенно.

В авиамодельном кружке второго года обучения моделисты строят фюзеляжные модели планера и самолета с резиновым мотором. Такие модели по своей конструкции гораздо сложнее схематических. Поэтому изготовлять их могут те юные авиамоделисты, которые имеют опыт постройки схематических моделей и необходимые трудовые навыки. От схематических моделей фюзеляжные модели планера и самолета отличаются тем, что имеют вместо рейки объемный фюзеляж, напоминающий по форме фюзеляж настоящего самолета, крыло и хвостовое оперение более толстого профиля.

ФЮЗЕЛЯЖНАЯ МОДЕЛЬ ПЛАНЕРА

На рисунке 42 показан схематический чертеж фюзеляжной модели планера в трех проекциях. Модель представляет собой моноплан со свободнонесущим крылом. Фюзеляж — балочной конструкции.

Модель делается разборной, что очень удобно для перевозки модели и хранения ее в специально сделанном ящике.

Прежде чем приступить к постройке фюзеляжной летающей модели планера, необходимо вычертить ее рабочий чертеж.

Сначала вычерчивается фюзеляж, далее крыло, стабилизатор, киль и центроплан (рис. 42, 43).

Фюзеляж состоит из продольных реек, стрингеров и поперечных шпангоутов, каждый из которых имеет свой определенный номер и форму.

Сечение фюзеляжа шестигранное. На рисунке 43 внизу дана таблица размеров для его вычерчивания. Вычерчивание фюзеляжа начнем со шпангоутов.

Берут циркуль и радиусом, равным *R*—30 мм, чертят на фанере окружность. Этим же радиусом делят окружность на шесть равных частей и полученные точки

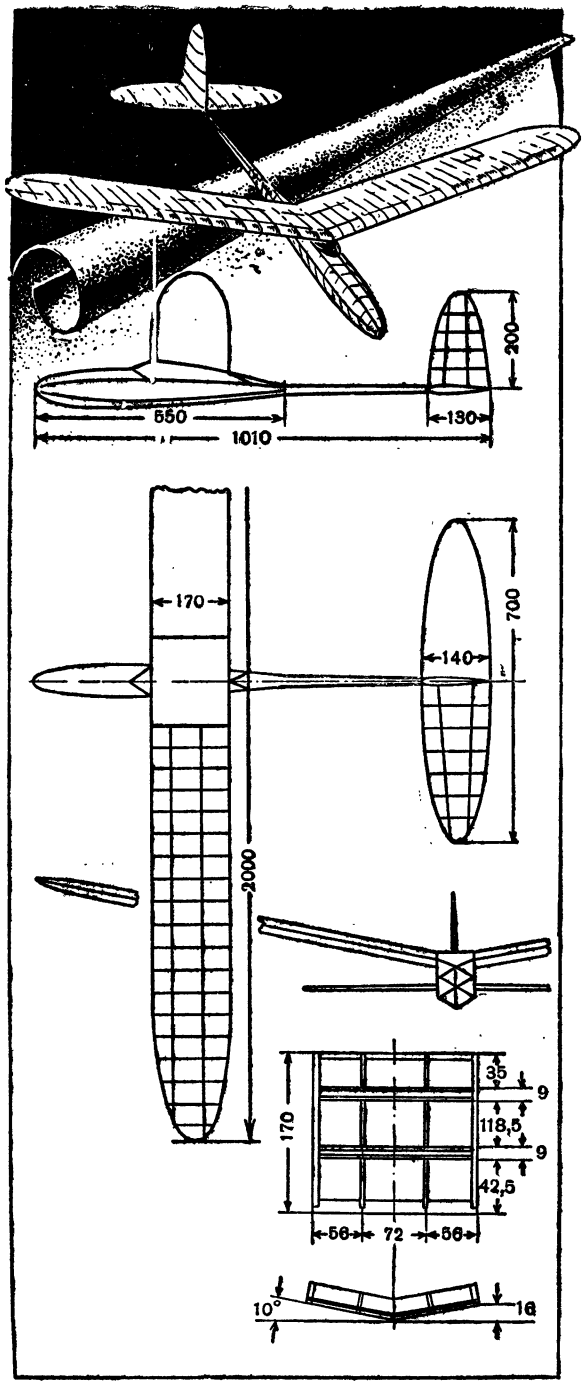


Рис. 42. Эскизный чертеж фюзеляжной модели планера в трех проекциях.

(засечки) соединяют между собой прямыми линиями. Получился правильный шестиугольник, вписанный в окружность. Затем каждый шпангоут делят на четыре части, и в центре пересечения линий вычерчивается четырехугольник со сторонами 10 × 15 *мм* (рис. 43) для стапеля (приспособления для сборки).

Теперь нужно получить внутреннее очертание шпангоута. Для этого внутри шпангоута чертят окружность по размерам, указанным в таблице буквой *r*.

После этого на всех шпангоутах вычерчивают верхний и нижний вырезы для стрингеров размером 2 × 5 *мм* и четыре боковых размером 1 × 3 *мм*.

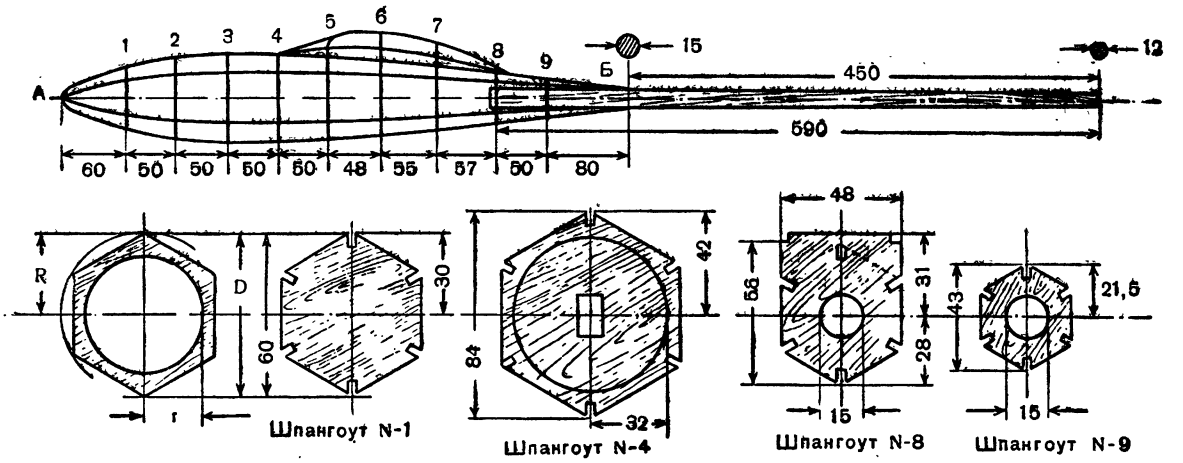
Вырезать шпангоуты из фанеры и делать вырезы для стрингеров надо острым и тонким ножом. Внутренние вырезы делают ножом или лобзиком точно по линиям. Сначала в центре шпангоута ножом вырезают четырехугольник, а затем лобзиком точно по внутренним окружностям делают пропил, оставляя по бокам шпангоутов перегородки.

Стрингеры выстругивают из прямослойных сосновых реек длиной 525 *мм*. Верхний и нижний стрингеры имеют сечение 2×5 *мм*, четыре боковых — 1 × 3 *мм*.

Когда все шпангоуты будут вычерчены и выпилены и вырезаны отверстия для стрингеров и стапеля, можно начать сборку фюзеляжа. Берут стапель, представляющий собой прямую реечку длиной 500 *мм* и сечением 10 × 15 *мм*. Прикладывают его к чертежу фюзеляжа и карандашом намечают места установки шпангоутов. Затем шпангоуты с № 1 до № 9 надевают на стапель и проверяют правильность их установки.

Стрингеры (верхний и нижний) по чертежу изгибают над пламенем спиртовки и размечают на них места крепления шпангоутов. В вырезы шпангоутов устанавливают стрингеры, сначала нижний и верхний, а затем остальные. Когда все стрингеры будут укреплены, проверяют правильность сборки фюзеляжа: на своих ли местах шпангоуты, не покороблены ли они, лежат ли стрингеры прямо и т. д. Затем клеем (столярным, казеиновым или аэролаком) смазывают места соединений стрингеров со шпангоутами. Первый шпангоут приклеивать не следует: он служит только для сборки. Вместо него будет установлена носовая бобышка.

Пока сохнет склеенный фюзеляж, из рейки (липовой или сосновой) выстругивают



Наименов. \ N-Шпангоута	1	2	3	4	5	6	7	8	9
D	60	78	84	84	80	75	66	56	43
R	30	39	42	42	40	37,5	33	28	21,5
r		29	32	32	30	27,5	23	7,5	7,5

Рис. 43. Чертеж фюзеляжа и таблица вычерчивания шпангоутов.

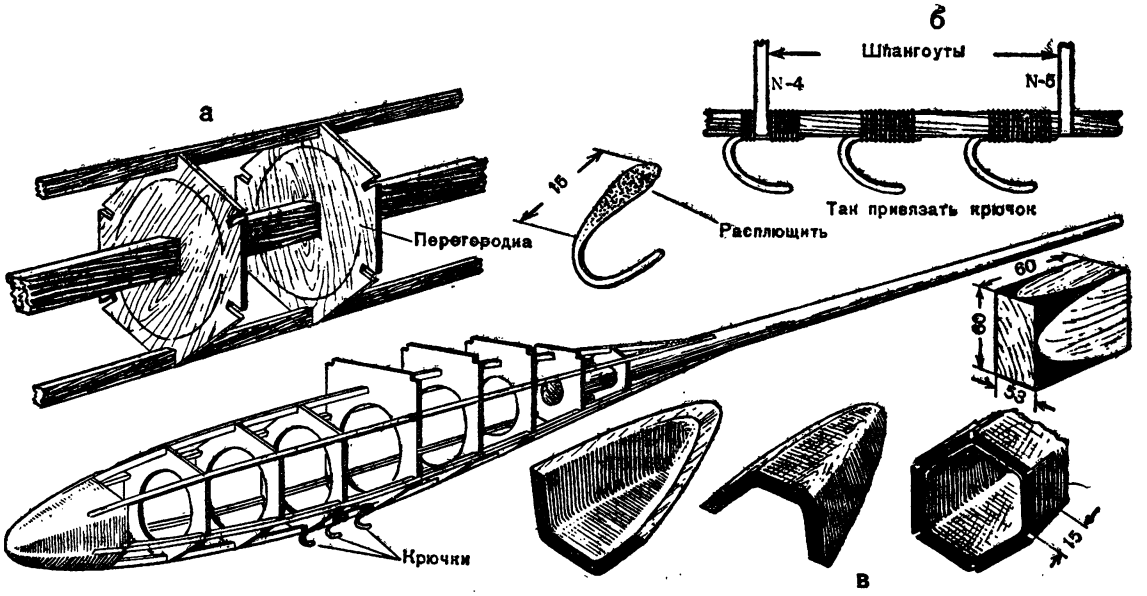


Рис. 44. Конструкция фюзеляжа:

а — установка на стапеле; *б* — буксировочные крючки для запуска; *в* — носовая бобышка.

балку фюзеляжа круглого сечения длиной 590 *мм*. Один конец балки делается диаметром 15 *мм*, другой — 12 *мм*.

Теперь можно делать носовую бобышку (рис. 44,*в*). Бобышка изготовляется из кусочка липы размером 60 × 60 × 53 *мм*. Сначала на нем с двух сторон вычерчивается «боковой вид» бобышки. Затем стамеской, ножом и рашпилем срезают заштрихованные части и бобышке придают форму, показанную на рисунке. На торцовую сторону бобышки кладут шпангоут № 1, очерчивают его контур и придают бобышке шестигранную форму.

Бобышку раскалывают на две половинки (можно неравные) и полукруглой стамеской облегчают их: выдалбливают внутреннюю часть. После этого обе половинки склеивают. Когда клей просохнет, берут нож и его концом на гранях бобышки делают вырезы для стрингеров. Затем бобышка приклеивается к стрингерам, которые с клеем плотно входят в вырезанные отверстия.

Когда клей просохнет, фюзеляж освобождают от стапеля и лишних частей шпангоутов (перегородок, оставленных для точной установки шпангоутов на стапеле). Делать это следует очень осторожно, пользуясь острым ножом. Концом ножа внутри шпангоута перерезают перегородки и вынимают стапель из фюзеляжа.

Балку устанавливают в хвостовой части фюзеляжа, как показано на рисунке 44. Балку вставляют толстым концом в шпангоуты № 8 и № 9 и добиваются того, чтобы стрингеры плотно и плавно соединялись с ней. Для этого каждый стрингер срезают на ус. Когда стрингеры будут плотно прилегать к балке, места соединений стрингеров и шпангоутов с балкой связывают нитками и промазывают клеем.

Запускают фюзеляжную модель планера с леера. Для этого к нижнему стрингеру привязывают три крючка (рис. 44,*б*). Крючки делают из стальной проволоки диаметром 1,5 *мм*. От проволоки кусачками откусывают три кусочка длиной 35—40 *мм* каждый. Один конец каждого кусочка длиной 15 *мм* расплющивают, а другой изгибают в виде крючка. Привязывать крючки нужно нитками и клеем так, чтобы они держались крепко, не крутились и, конечно, не выскакивали.

Крыло модели планера состоит из трех частей: центроплана и двух консолей (рис. 42, 45). Каждая часть изготовляется отдельно. Сначала изготовляются консоли.

Каждая консоль состоит из нервюр, двух лонжеронов, передней и задней кромок, закругления и двух штырей для соединения консолей с центропланом.

Нервюры (всего их 36) (рис. 45) изготовляются из миллиметровой фанеры. Прежде чем приступать к изготовлению нервюр, нужно предварительно вычертить шаблоны этих номеров нервюр в натуральную величину.

Профилей нервюр существует очень много; они различны по форме и по аэродинамическим данным.

Для планеров и самолетов профили нервюр создаются в специальных научно-исследовательских лабораториях, где испытываются различные модели крыльев. Для нашей модели взят наиболее подходящий профиль из предлагаемых вниманию руководителей — № 4 (рис. 4).

Профиль нервюр вычерчивается особенно точно. На рисунке 46 приведена таблица, содержащая ряд чисел, необходимых для определения контуров каждой нервюры. Опишем способ подсчета контуров.

Все размеры каждой нервюры откладывают по двум осям, горизонтальной оси абсцисс (X) и вертикальной оси ординат (Y) (рис. 46). Очень удобно это делать на миллиметровой бумаге.

На листе миллиметровой бумаги чертят прямые отрезки, равные длине нервюр. Длина (хорда) нервюры откладывается на горизонтальной оси. Если всю длину нервюры принять за 100%, то пересекающие горизонтальную линию перпендикуляры будут лежать друг от друга на расстоянии, равном числу процентов, указанных в графе абсцисс — X, то-есть 0; 1,25; 2,5; 5; 7,5; 10; 15; 20; 25; 30; 40; 50; 60; 70; 80; 90; 100%.

Длина нервюры шаблона № 1 равняется 170 *мм*, тогда 1% = 170 : 100 = 1,7 *мм*, а 10% = 1,7 × 10 = 17 *мм*.

Общая формула определения процентов будет выглядеть так: % или %% = $в \times N$: : 100, где $в$ — длина (хорда) нервюры, N — число процентов.

На вертикальной оси вверх от оси X абсцисс откладываются числа ординат Y низ и Y верх.

В графах таблицы ординат Y верхнего и Y нижнего приведены числа, показывающие количество процентов, которое нужно взять

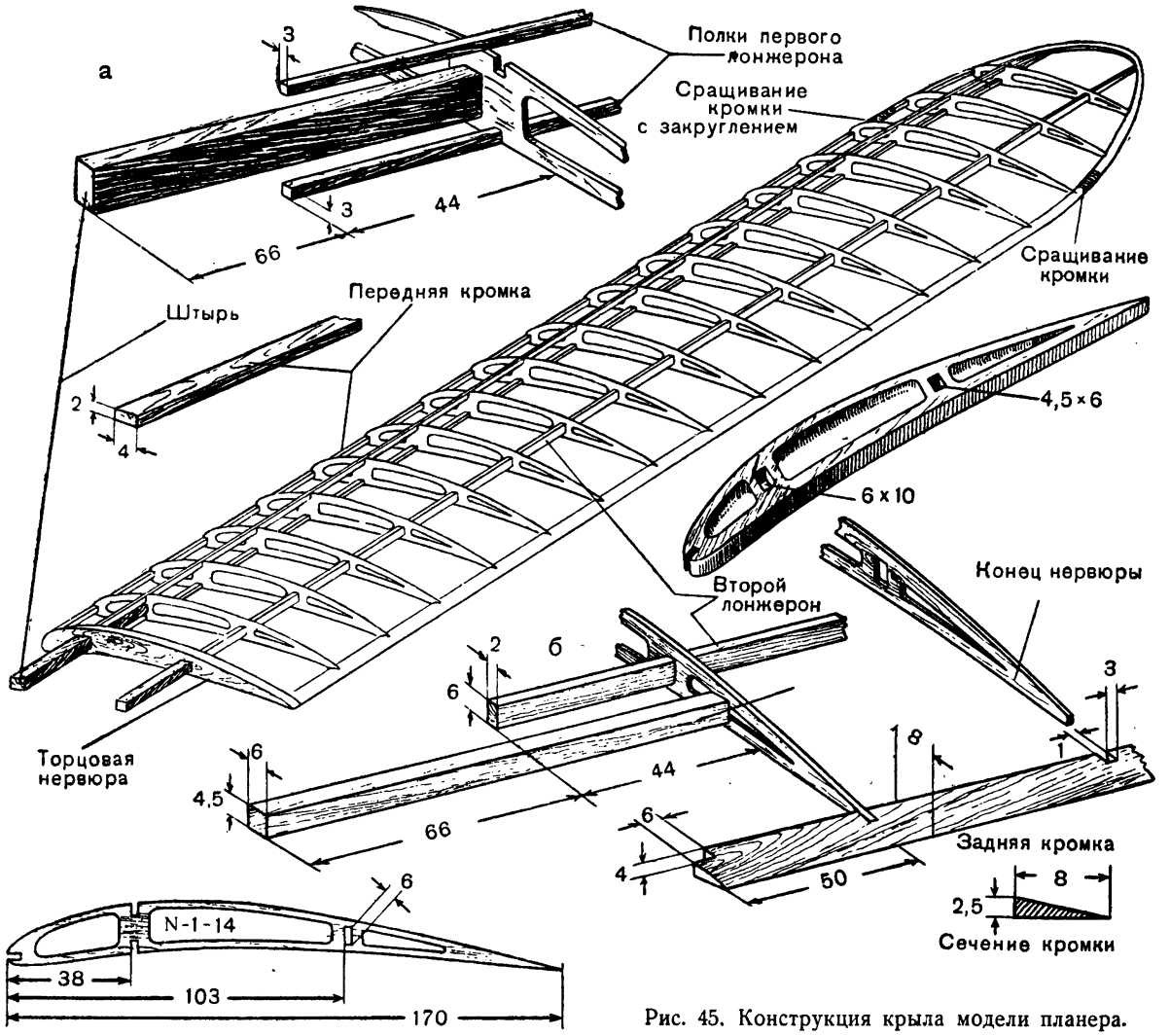
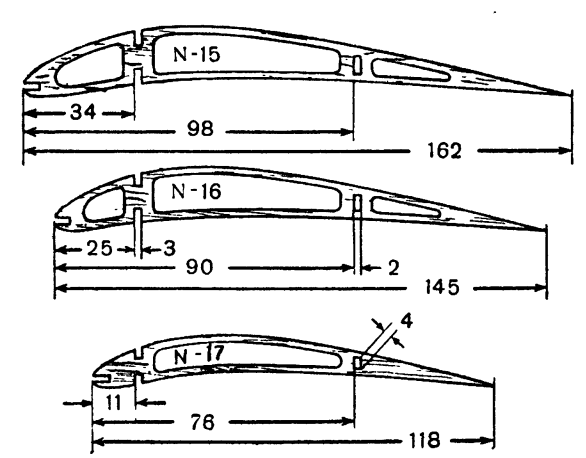


Рис. 45. Конструкция крыла модели планера.



от всей длины нервюры и отложить на каждом перпендикуляре — оси ординат.

Из таблицы видно, что на ординате X—O нужно отложить вверх 2,5% всей длины нервюры, то-есть 4,25 *мм*. 170×2,5 : 100 = = 4,25 *мм*.

От абсциссы 1,25 нужно отложить *Y* верх=3,5%, то-есть 5,95 *мм* (170×3,5:100= 5,95), а затем *Y* низ=1,2%, то-есть отложить вверх 1,04 *мм* (170 × 1,2 : 100=1,4).

Получив таким же способом числа для каждой ординаты *Y*, откладывают их вверх от оси абсцисс, а найденные точки соединяют плавной кривой линией.

Подсчет других нервюр будет отличаться от этой только тем, что величина хорды

(длина) нервюры будет иной, отсюда и числа, которые нужно откладывать на оси абсцисс и ординат, также изменятся.

В атласах профилей встречаются профили нервюр, у которых числа по оси ординат, в отличие от этого профиля, будут откладываться не только вверх от оси X со знаком + (плюс), но и Y вниз со знаком — (минус).

После того как шаблоны нервюр будут готовы, приступают к изготовлению нервюр.

Нервюры заготовляются сразу на все крыло. По шаблону № 1 изготовляется 28 нервюр из миллиметровой или 1,5-миллиметровой фанеры и 4 нервюры из липовой дощечки толщиной 6 *мм* (рис. 45). Внутри нервюры выдалбливают полукруглой стамеской. По шаблонам № 2, 3 и 4 делают шесть нервюр, для каждого номера по две.

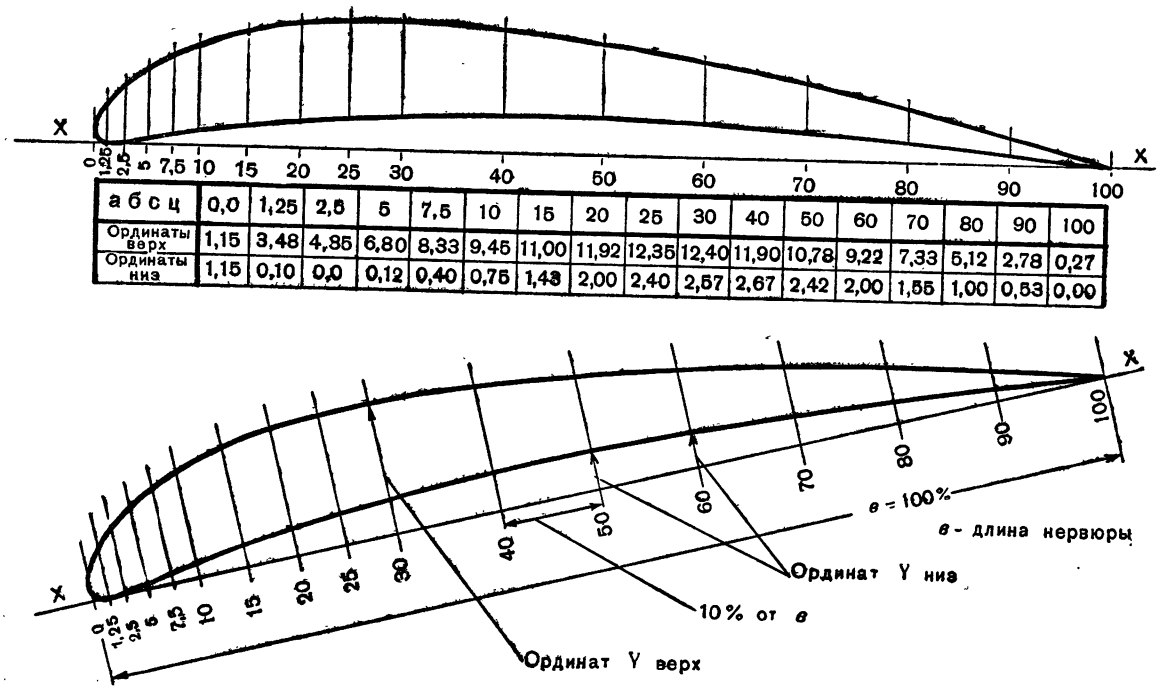
Нервюры следует изготовлять сразу по нескольку штук. Для этого берут кусок фанеры, кладут на него шаблон нервюры и по нему очерчивают контур нервюры. Слои фанеры должны итти вдоль, по длине нервюры. Затем под этот кусок фанеры подкладывают еще несколько (4—5) и аккуратно соединяют их мелкими гвоздями. Причем гвозди следует забивать в те места, которые будут выпиливаться. Внутренние вырезы и наружный контур всех нервюр нужно выпиливать лобзиком.

Вырезанные нервюры зачищают стеклянной бумагой.

Лонжероны (рис. 45) выстругивают из прямослойной сосны. Передний лонжерон состоит из двух полок — рейки сечением 3×3 *мм*. Таких полок нужно сделать четыре длиной по 850 *мм*. С одного конца двух соединенных вместе полок приклеивают штырек сечением 6×10 мм и длиной 110 *мм*. Штырек склеивается из четырех кусочков 1,5-миллиметровой фанеры. Продольные слои фанеры должны быть расположены по длине штыря.

Задний лонжерон состоит из одной рейки, изготовленной из кусочка сосны сечением 2×6 *мм* и длиной 850 *мм*. К концам этих реек прикреплены штыри из фанеры, которые служат для соединения консолей с центропланом. Сечение их 4,5×6 *мм*, длина 110 *мм* (рис. 45) Штыри и рейки лонжеронов следует приклеивать густым казеиновым клеем и для прочности места соединений обвязывать нитками (катушка № 20), укладывая их ряд к ряду.

Передняя кромка делается прямоугольного сечения 2×4 *мм*. Задняя кромка —



абсц	0,0	1,25	2,5	5	7,5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100
Ординаты верх	1,15	3,48	4,85	6,80	8,33	9,45	11,00	11,92	12,35	12,40	11,90	10,78	9,22	7,33	5,12	2,78	0,27
Ординаты низ	1,15	0,10	0,0	0,12	0,40	0,75	1,43	2,00	2,40	2,57	2,67	2,42	2,00	1,55	1,00	0,53	0,00

Рис. 46. Способ вычерчивания профиля.

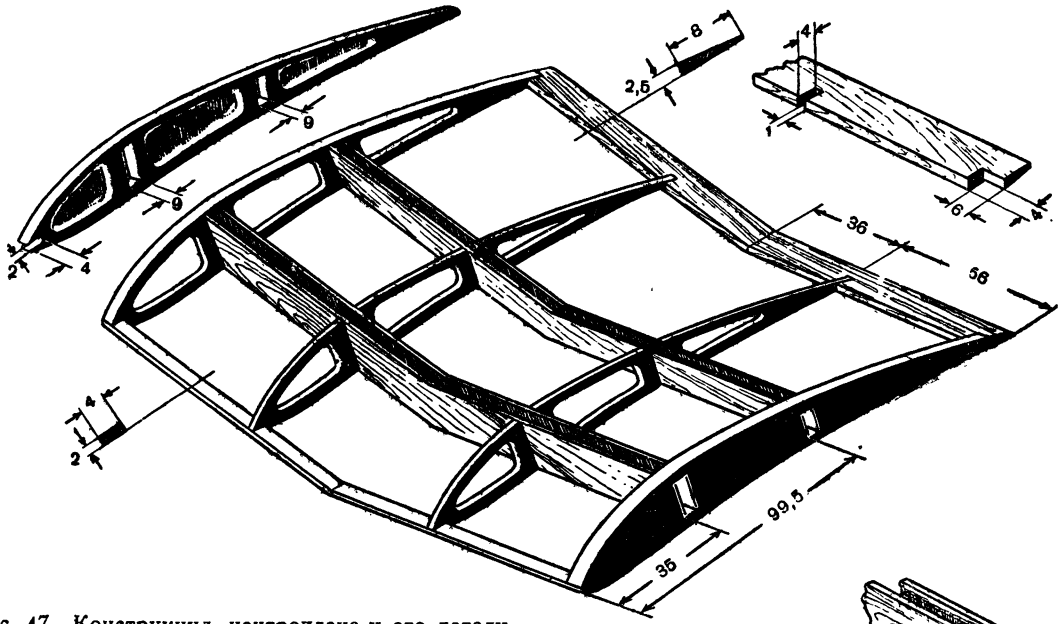
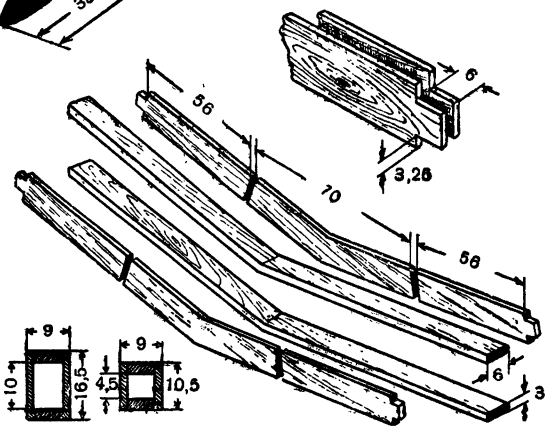


Рис. 47. Конструкция центроплана и его детали.



трехгранная, изготовляется из сосны сечением 2,5 × 8 *мм*.

Закругление крыла изгибают из бамбука.

Вырезы на концах нервюр выпиливают лобзиком, вставив сразу две пилки, чтобы ширина пропила получилась 1 *мм*. Глубина пропила делается 3 *мм*.

Сборка консолей заключается в следующем. Приложив к чертежу крыла лонжероны и кромки, отмечают на них места, где должны крепиться нервюры. На нервюрах же по шаблонам отмечают места, где должны проходить полки переднего лонжерона и задний лонжерон. Вырезы на нервюрах для лонжеронов делают лобзиком. Затем концы нервюр обрезают так, чтобы их длина была равна 165 *мм*. Нервюры, изготовленные по шаблонам № 2, 3, 4, также должны быть короче на 5 *мм*.

Первоначально все нервюры надевают на задний лонжерон, затем вставляют полки переднего лонжерона, а после этого переднюю и заднюю кромки.

После того как консоль будет собрана, ее части склеивают жидким казеиновым клеем. Для этого берут ровную доску и укрепляют на ней чертеж крыла. Затем к чертежу мелкими гвоздями прикрепляют консоль так, чтобы все ее части точно совпадали с линиями чертежа. Места соединений консоли смазывают клеем.

Когда клей высохнет, устанавливают закругление. Концы закругления срезаются на ус и соединяются с кромками клеем. Для большей прочности места соединений обвязывают нитками.

Таким же образом собирают и вторую консоль. При этом руководитель должен объяснить кружковцам, что первоначальным чертежом можно пользоваться лишь после того, как он будет переведен на другую сторону листа. Изготовляя консоли, нужно следить, чтобы вес консолей был одинаковым.

Когда на консолях высохнет клей, их соединяют вместе нижними сторонами, выравнивают торцовые концы. После этого устанавливают торцовые нервюры, предварительно в них подгоняют места для крепления

кромок и отверстия для штырей. Затем консоли еще раз проклеивают и сушат.

Центроплан крыла состоит из передней и задней кромок, двух *V*-образных коробок (заменяющих лонжероны) и четырех нервюр — две сделаны из миллиметровой фанеры, а две из липовых дощечек (рис. 47).

Для коробок выстругивают четыре сосновые реечки — полки лонжеронов (верхнего и нижнего), длиной по 184 *мм* каждая и сечением две по 2×6 мм и две — 3×6 мм. Их изгибают в центре под углом (*V* крыла), как показано на рисунке.

Затем берут фанеру толщиной 1,5 *мм* и чертят на ней боковые стенки коробок, (рис. 47): две высотой 16,5 *мм*, а две — 10,5 *мм* и длиной *184* мм каждая. *V*-образность коробок центроплана равняется 10°. После этого боковые стенки вырезают. Кромки выстругивают из сосны и изгибают под углом +10°. Сечение передней кромки 2×4 *мм*, задней — 2,5×8 *мм*.

В двух фанерных нервюрах, изготовленных по шаблону № 1, вырезы для лонжеронов делают сверху и снизу: для переднего лонжерона размером 3×6 *мм*, для заднего — 2 × 6 *мм* (рис. 47).

Сборка центроплана заключается в следующем: берут полки лонжеронов (коробок), вставляют их в фанерные нервюры, затем приклеивают боковые стенки сначала в центре, а затем на концах и заматывают нитками ряд к ряду. Образовавшиеся внутри лонжерона коробки будут служить для установки штырей крепления консолей.

Далее устанавливают торцовые нервюры, затем переднюю и заднюю кромки. Положив центроплан на чертеж, сверяют точность его сборки, а затем промазывают клеем все места соединений.

После того как клей высохнет, центроплан устанавливают на фюзеляже так, чтобы коробки и кромки плотно соединились со шпангоутами фюзеляжа. Места соединений промазывают клеем.

Киль состоит из двух лонжеронов, пяти нервюр и контура, согнутого из бамбука (рис. 48).

Нервюры вырезают острым ножом из миллиметровой фанеры. Нервюру № 1 выпиливают из липовой дощечки толщиной 4 *мм*.

Передний лонжерон состоит из двух полок — реек — сечением 3 × 3 *мм*. Задний

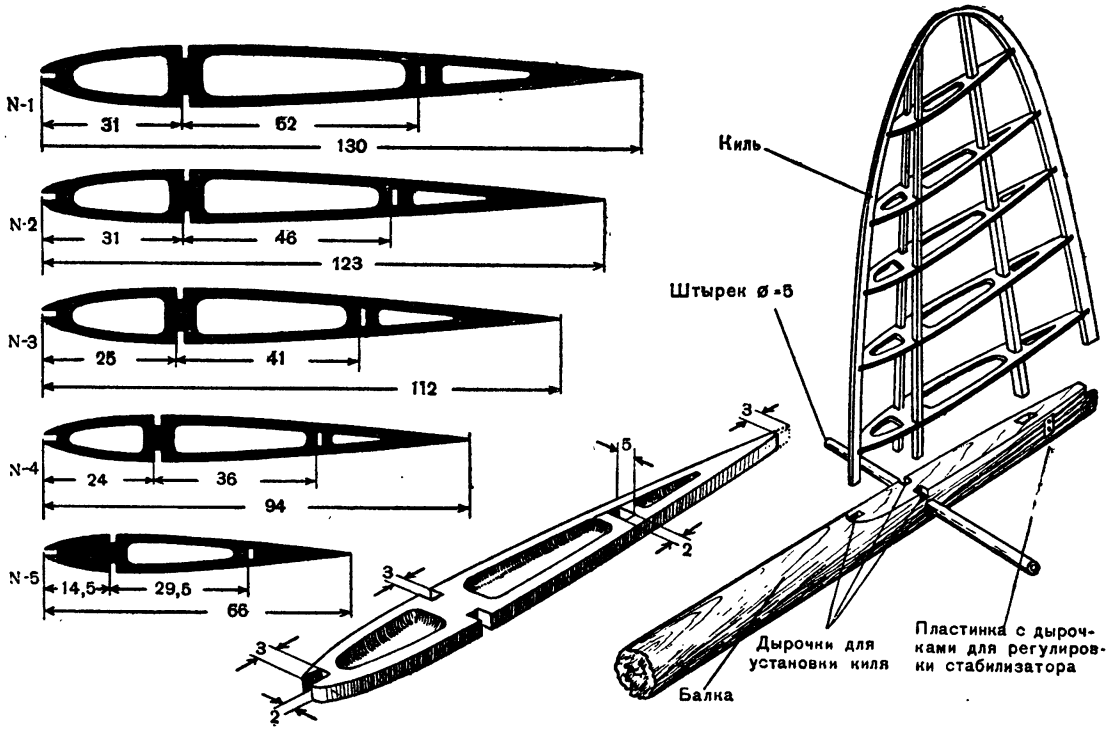


Рис. 48. Нервюры и конструкция вертикального оперения модели планера.

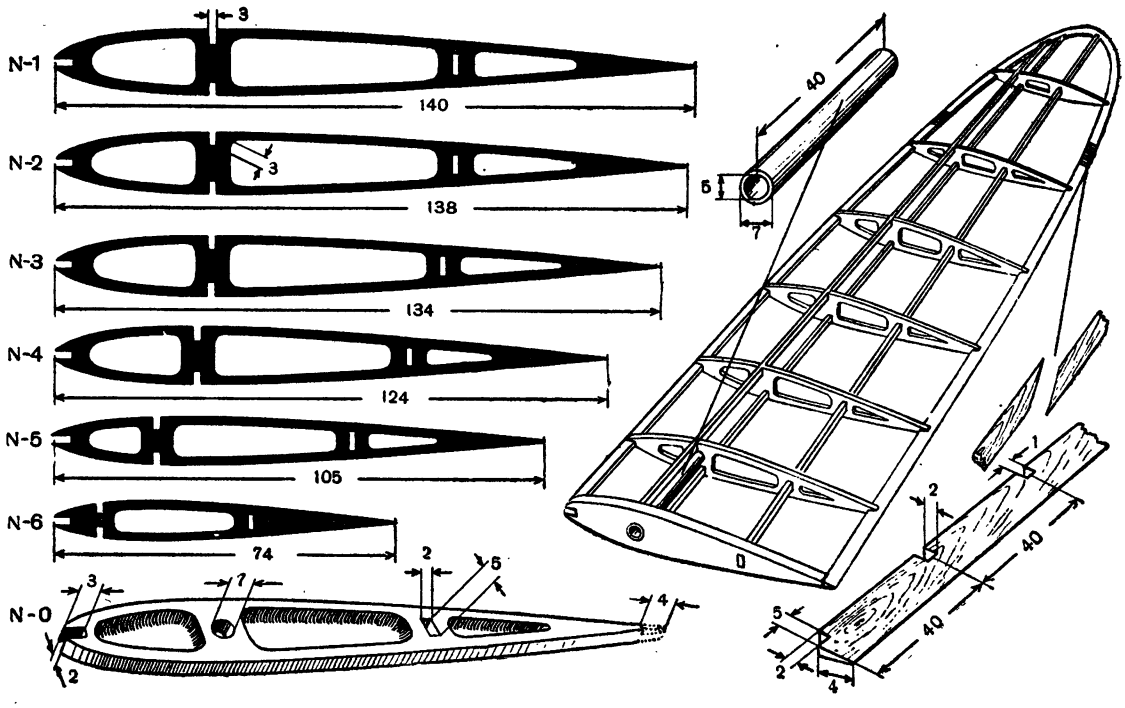


Рис. 49. Нервюры и конструкция горизонтального оперения модели планера.

лонжерон состоит из одной рейки. Сечение ее внизу 2×5 *мм*, вверху — 2×3 *мм*.

Контур киля имеет переменное сечение. Передняя кромка его делается прямоугольного сечения размером 2×3 *мм*, а задняя кромка 1,5×6 *мм*. Когда все детали киля будут готовы, их соединяют клеем. Собранный киль приклеивают к балке фюзеляжа (см. рисунок).

Стабилизатор — разборный, состоит из передней и задней кромок (рис. 49), 14 нервюр, 2 лонжеронов и 2 закруглений.

Все нервюры вырезаются из миллиметровой фанеры, за исключением торцовых, которые выпиливаются из липовой дощечки толщиной 4 *мм*.

Из сосновых реек выстругиваются: передняя кромка сечением 2×3 *мм*, задняя кромка сечением 2×7 *мм*, полки переднего лонжерона сечением 3×3 *мм* и задний лонжерон сечением 2×5 *мм*.

Собирается стабилизатор, как и киль. Предварительно к переднему лонжерону привязывается трубочка, скатанная из бумаги или изготовленная из липы. Внутренний диаметр трубочки 5 *мм*.

Закругление стабилизатора изгибается из бамбука над огнем спиртовки. Концы закругления срезаются на ус, смазываются клеем и привязываются к кромкам.

Крепление стабилизатора состоит из трубочки на переднем лонжероне и проволочного штырька, привязанного на заднем лонжероне. На хвостовой балке фюзеляжа устанавливаются бамбуковый штырек диаметром 5 *мм* и пластинки из жести с дырочками для регулировки угла установки стабилизатора (рис. 49).

Когда вся модель в скелете готова, ее собирают и проверяют правильность изготовления и сборки частей, то-есть правильно ли стоит крыло, нет ли перекосов.

Перед обтяжкой бумагой все части модели зачищаются от неровностей ножом и стеклянной бумагой.

Фюзеляж, центроплан и переднюю кромку консолей для прочности и сохранения форм обтягивают плотной (чертежной) бумагой, а все остальные части — папиросной.

Окончательно отделанные части модели планера должны иметь следующий вес (в граммах): фюзеляж—377, консоли—116, стабилизатор — 32. Общий вес модели составит 525 *г*.

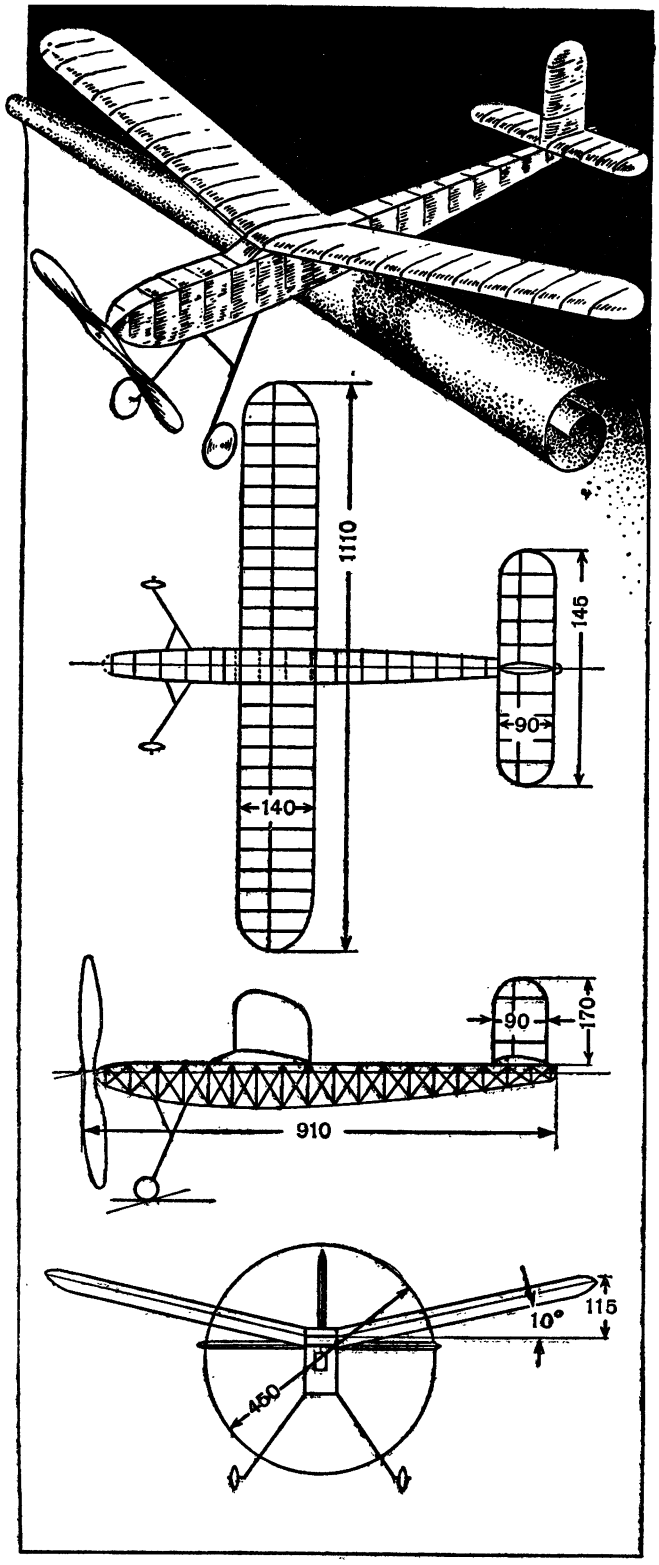


Рис. 50. Эскизный чертеж фюзеляжной модели самолета в трех проекциях.

ФЮЗЕЛЯЖНАЯ МОДЕЛЬ САМОЛЕТА С РЕЗИНОВЫМ МОТОРОМ

Фюзеляжная модель самолета с резиновым мотором представляет собой свободнонесущий моноплан с верхним расположением крыла.

Модель самолета, так же как и модель планера, делается разборной.

На рисунке 50 показан схематический чертеж модели самолета в трех проекциях.

Прежде чем приступить к изготовлению отдельных частей модели, необходимо вычертить рабочий чертеж.

Изготовление модели начнем с фюзеляжа (рис. 50, 51).

Фюзеляж модели четырехгранного сечения делается в виде прямоугольника и состоит из 4 стрингеров, 16 распорных и 2 фанерных шпангоутов, передней и задней бобышек и нескольких раскосов. По конструкции фюзеляж — распорочно-раскосный.

Для вычерчивания сторон фюзеляжа пользуйтесь таблицей, приведенной на рисунке 51.

Стрингеры выстругиваются из прямослойной сухой сосны сечением 3 × 3 *мм* и длиной 900 *мм*.

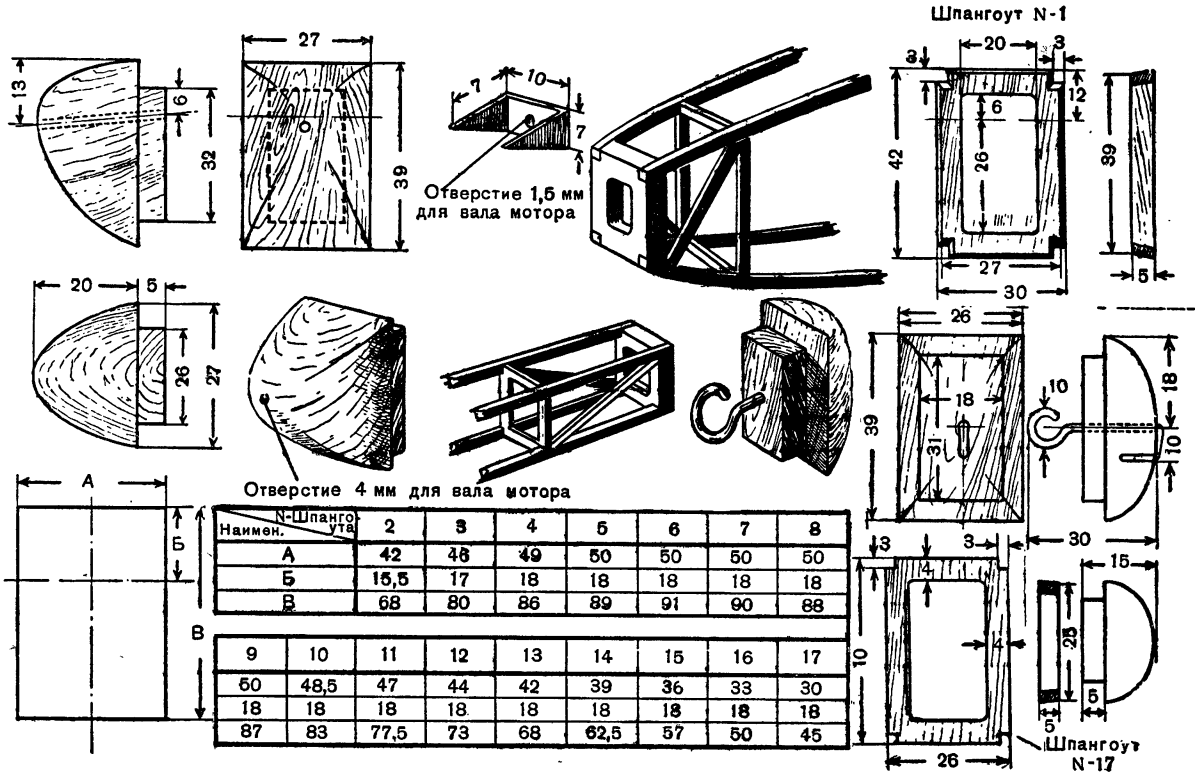
Распорочные шпангоуты собираются из бамбуковых распорок сечением 1,5 × 1,5 *мм*. Но распорки можно выстругать и из сосны сечением 1,5 × 3 *мм*.

Шпангоуты № 1 и № 18 выпиливаются из 4-миллиметровой фанеры. Концы фюзеляжа заканчиваются специальными бобышками, сделанными из кусочков липы.

Заготовленные стрингеры изгибают над огнем спиртовки, проверяя изгиб по чертежу. Затем стрингеры накладывают на чертеж и карандашом намечают места установки распорок шпангоутов. В этих местах тонким ножом прокалывают щели для распорок.

Распорки для шпангоутов из бамбука следует заготовить заранее, заострив концы для установки в стрингерах.

Сначала устанавливают распорки, приготовленные для боковых сторон фюзеляжа. Концы распорок смазывают клеем и вставляют в сделанные проколы на стрингерах, начиная от № 2 до № 17. Затем боковину фюзеляжа на-



Наимен. \ N-Шпангоута	2	3	4	5	6	7	8
А	42	46	49	50	50	50	50
Б	15,5	17	18	18	18	18	18
В	68	80	86	89	91	90	88

9	10	11	12	13	14	15	16	17
50	48,5	47	44	42	39	36	33	30
18	18	18	18	18	18	18	18	18
87	83	77,5	73	68	62,5	57	50	45

Рис. 51. Таблица размеров для вычерчивания шпангоутов фюзеляжа модели самолета и конструкция носовой и хвостовой частей модели.

кладывают на чертеж и проверяют правильность сборки.

Чтобы боковины фюзеляжа были равными и точно соответствовали чертежу, по контуру вбивают несколько мелких гвоздей, а сверху накладывают небольшой груз и в таком положении оставляют сохнуть.

После высыхания клея в стрингерах обеих боковых панелей делают проколы для верхних и нижних распорок, причем проколы следует делать рядом с проколами для боковых распорок. Концы верхних и нижних распорок смазывают клеем и вставляют в сделанные проколы.

Пользуясь чертежом, устанавливают шпангоуты № 1 и № 18. В смазанные клеем вырезы шпангоутов вставляют стрингеры. Места соединений перевязывают нитками.

Для предохранения фюзеляжа от скручивания в боковые панели по всей длине, а также сверху и снизу фюзеляжа устанавливают раскосы (рис. 50). Раскосы выстругивают из сосновых реечек сечением 2 × 2 *мм*. Раскосы нужно устанавливать точно по месту.

После просушки фюзеляжа его еще раз проверяют, а затем снова промазывают клеем все ранее проклеенные места.

Переднюю бобышку обрабатывают в виде призмы из кусочка липы (можно взять ольху, осину, березу) размером 27×39×25 *мм*. Размеры и форма бобышки показаны на рисунке 51. Бобышку плотно устанавливают в шпангоут. Затем на бобышке 4-миллиметровым сверлом сверлят отверстие для вала винта.

Задняя бобышка делается так же, как и передняя. Когда она будет готова, в ней сверлят отверстие для крючка резиномотора, который сгибается из стальной проволоки диаметром 1,5 *мм* и длиной 60 *мм*.

Крыло модели имеет однолонжеронную конструкцию (рис. 52). Оно делается неразборным и крепится к фюзеляжу с помощью специальной надстройки, установленной на верхней грани фюзеляжа с помощью резиновой ленты сечением 1 × 4 *мм*. Набор крыла состоит из лонжерона, 27 нервюр, передней и задней кромок и 2 дуг-закруглений.

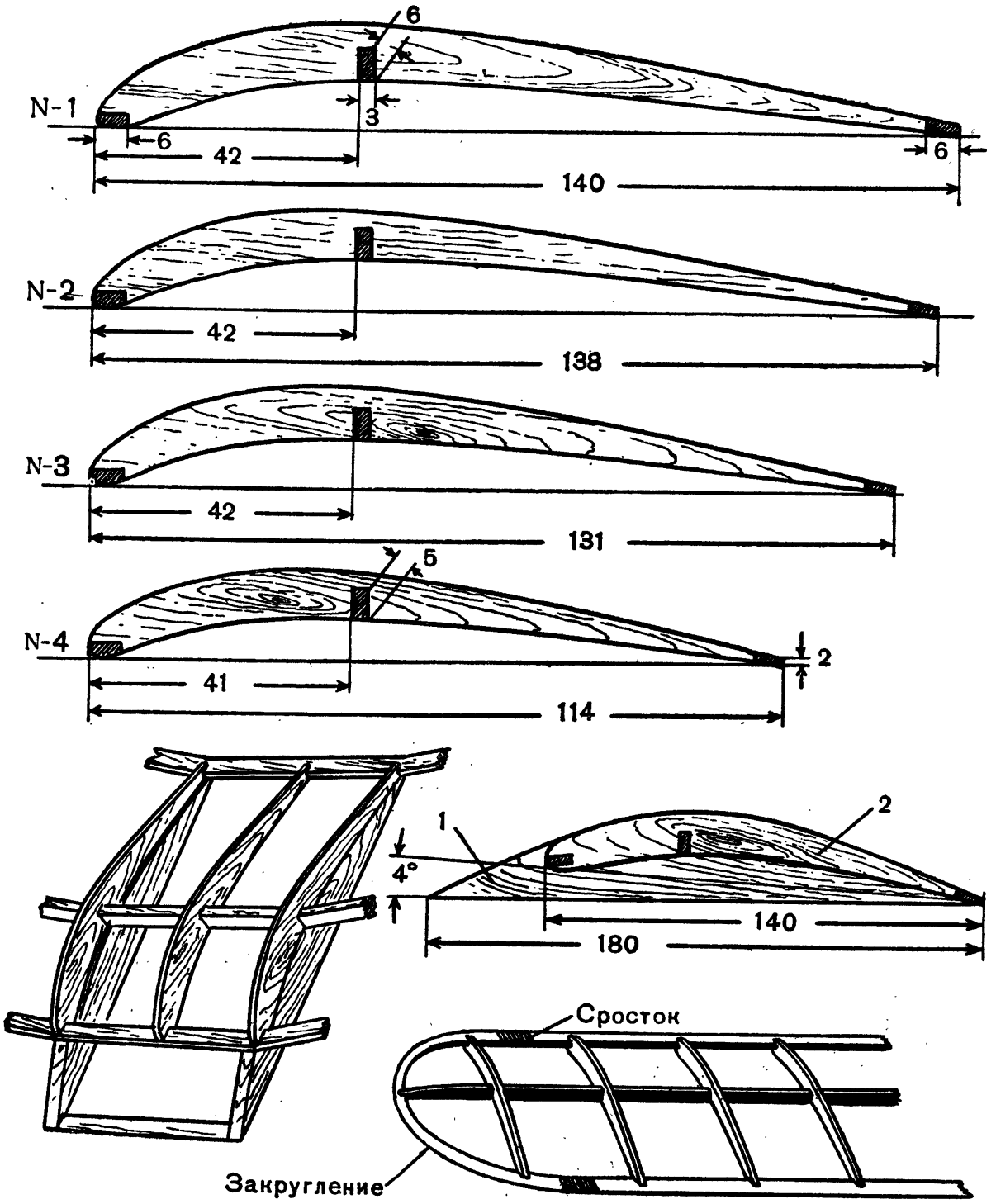


Рис. 52. Конструкция центроплана, консоли и нервюр фюзеляжной модели самолета.

Лонжерон выстругивается из прямослойной сосны сечением 3 × 6 *мм*. Передняя и задняя кромки — из липы сечением 2×6 *мм*.

Закругления изгибают из бамбуковой палочки сечением 6—8 *мм*, затем палочку раскалывают на две равные части и обрабатывают так, чтобы сечение каждой из них получилось 3 × 5 *мм*.

Готовые кромки, лонжерон и закругления прикладывают к чертежу и карандашом отмечают на них места установки нервюр. Переднюю кромку аккуратно изгибают над пламенем спиртовки под углом *V*, равным 10°. Лонжерон в середине разрезают на две равные части, концы срезают на ус и склеивают вместе так, чтобы получить угол, равный 10°. В задней кромке лобзиком делают пропилы, куда будут установлены нервюры. Пропилы надо делать на глубину 2 *мм*, вставив в лобзик сразу две пилки. Все заготовленные детали крыла аккуратно зачищаются стеклянной бумагой.

Нервюры для крыла изготовляются из фанеры толщиной 1 *мм* или шпона. На рисунке 52 даны шаблоны нервюр крыла. С помощью кальки скопируйте эти шаблоны нервюр и при помощи копировальной бумаги нанесите их контуры на фанеру. Затем острым и тонким ножом осторожно (чтобы не повредить контура) вырежьте шаблоны нервюр и напильником и стеклянной бумагой тщательно выровняйте и зачистите.

По шаблону № 1 нужно вырезать 21 нервюру, а по шаблонам № 2, 3 и 4 — по две каждого номера. Когда все нервюры будут вырезаны, их необходимо также выровнять и зачистить.

Когда все детали для крыла будут заготовлены, можно начинать его сборку. Возьмите нервюры первого номера и расставьте их по лонжерону на отмеченных карандашом местах, то же самое проделайте с нервюрами № 2, 3, 4. Затем приложите к чертежу переднюю кромку так, чтобы ее контур совпал с линиями чертежа, обрежьте концы нервюр с таким расчетом, чтобы длина нервюр получилась 136 *мм*. Концы нервюр смазывают клеем и вставляют в пропилы на задней кромке. Все места соединения нервюр на передней кромке и лонжероне также промажьте клеем.

Чтобы соединить закругления с кромками, концы нужно срезать на ус, смазать клеем и перевязать нитками. В этом случае хорошо пользоваться тонкими шелковыми нитками.

Затем собирают надстройку центральной части крыла (рис. 52). Надстройка состоит из двух боковых дощечек длиной 180 *мм* и шириной 25 *мм*. Из липы выстругивают две дощечки толщиной 5 *мм*. На них под углом 4° чертят линию и на нее кладут нервюру — шаблон № 1, который обводят карандашом. Полученный контур профиля (рис. 52) выпиливают лобзиком, выравнивают напильником и зачищают стеклянной бумагой. Затем боковые дощечки ставят на стол (нижней плоскостью) и на них кладут крыло. Место соединений смазывают клеем. После этого сверху на крыло накладывают что-нибудь тяжелое. Спереди этих дощечек ставят соединяющую рейку сечением 3 × 7 *мм*.

Общий вид собранной надстройки центральной части крыла показан на рисунке.

После того как собраны крыло и фюзеляж, можно приступить к изготовлению хвостового оперения: стабилизатора и киля.

На рисунке 53 показан общий вид хвостового оперения без обтяжки.

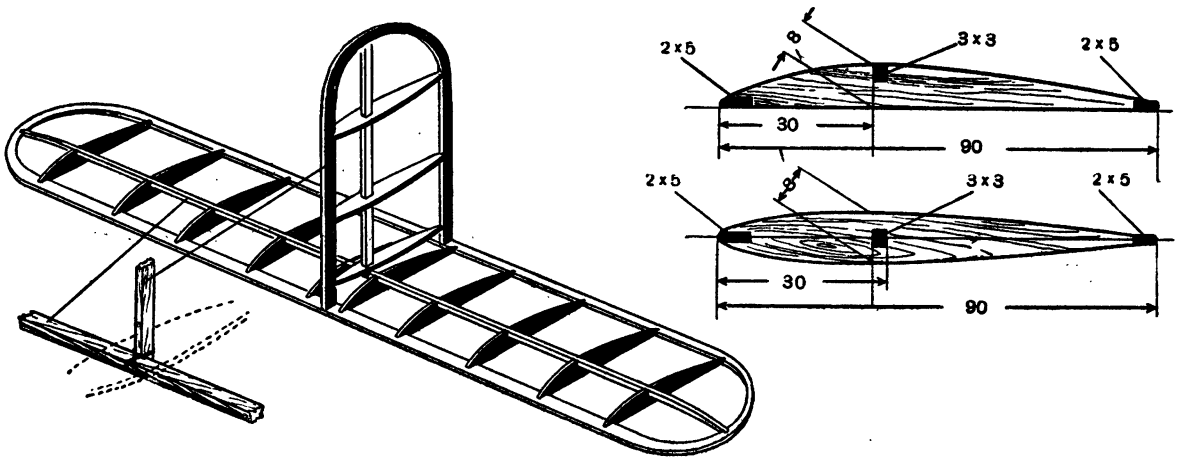


Рис. 53. Конструкция хвостового оперения модели самолета.

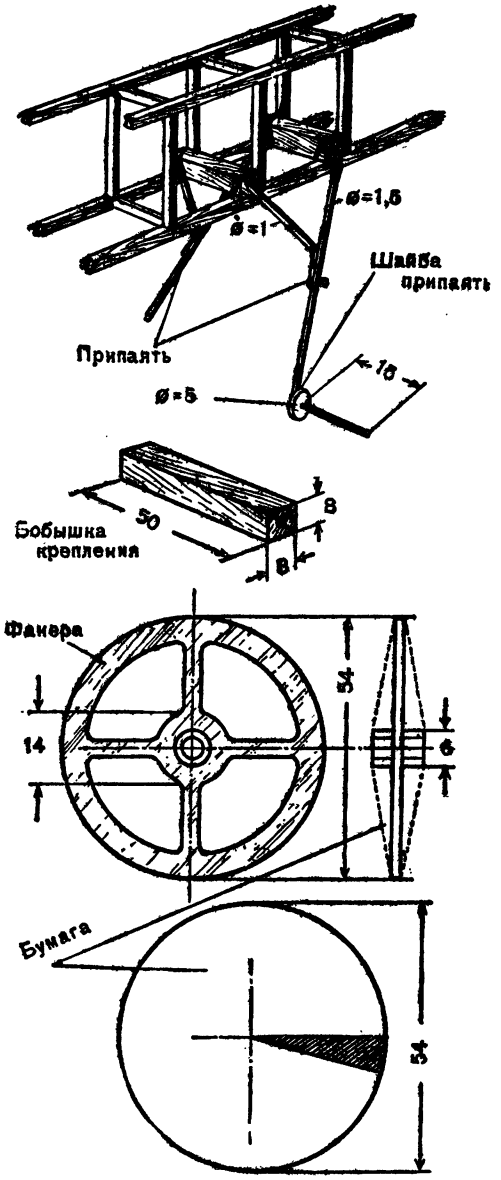


Рис. 54. Конструкция шасси, колеса и крепление шасси к фюзеляжу.

Стабилизатор делается не разъемный, с профилем плоско-выпуклой формы (так называемый несущий стабилизатор). Лонжерон стабилизатора сделан из сосновой рейки сечением 3 × 3 *мм*. Передняя и задняя кромки изготовляются прямоугольной формы и выстругиваются из сосновых реек сечением 2 × 5 *мм*. Нервюры вырезаются из миллиметровой фанеры или шпона, а закругления — из бамбука сечением 2 × 3 *мм*.

Лонжерон, кромки, закругление и симметричные нервюры для киля изготовляются из того же материала, что и для стабилизатора.

Подготовленные детали киля собирают, и киль наглухо нитками с клеем соединяют со стабилизатором (в местах соединения дважды смазывается клеем).

Шасси для этой модели самолета показаны на рисунке 54.

Стойки шасси изготовляются из стальной проволоки диаметром 1,6—1,8 *мм*. Полустойка (подкос) делается из стальной проволоки диаметром 1 *мм*. Место соединения подкоса со стойкой обматывается тонкой медной проволочкой и пропаивается оловом.

К фюзеляжу шасси крепится при помощи отогнутых в виде колен концов стоек и подкосов, которые вставляются в просверленные отверстия бобышек, укрепленных на фюзеляже между стрингерами на 3-м и 4-м шпангоутах (рис. 54).

Нижние концы стоек отгибаются также в виде колен. На изгибе припаивается оловом небольшая шайба. Она служит упором для колеса.

Колеса делаются из фанеры толщиной 1,5 *мм* и диаметром 50 *мм*. Конусы изготовляются из плотной бумаги и приклеиваются к колесам (рис. 54).

Когда колесо установят на ось, с наружной стороны припаивается вторая шайба, предохраняющая колесо от соскакивания с оси.

Винтомоторная группа состоит из воздушного винта и резиномотора. Воздушный винт делают из липового бруска длиной 456 *мм*, высотой 42 *мм* и шириной 50 *мм* по шаблонам, указанным на рисунке 55.

Лопасти винта обрабатываются так же, как и для схематической модели.

Установка винта на бобышке и изготовление подшипника показаны на рисунке 56.

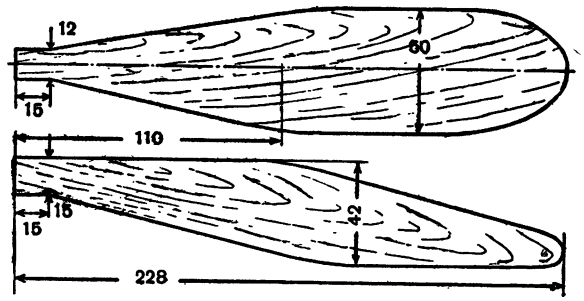


Рис. 55. Шаблон винта (вид сбоку и сверху).

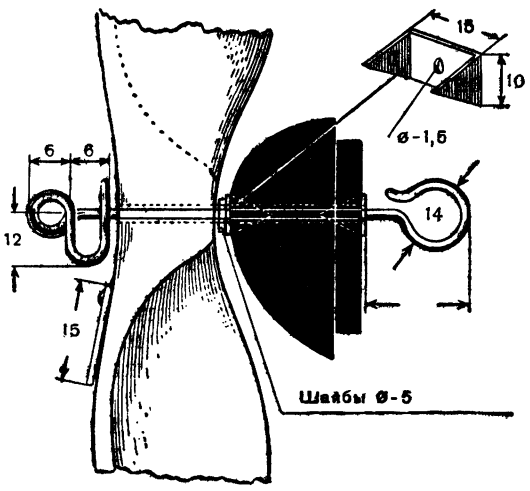


Рис. 56. Установка винта на носовой бобышке.

Винт имеет свободный ход. Один конец оси, которую изготовляют из стальной проволоки диаметром 1,5 *мм*, изгибают по окружности петлей. Окружность необходима для закручивания резиномотора с помощью дрели (рис. 56), петля — для свободного хода. На ось надевают винт. Для более свободного вращения винта на оси в винт следует поставить втулку, изготовленную из тонкой белой жести, и 2—3 шайбы диаметром 5 *мм*, вырезанные из жести или латуни. После этого ось винта укрепляют в передней бобышке и круглогубцами загибают другой конец оси в виде разомкнутого кольца диаметром 14 *мм*, а самый конец в виде крючка (рис. 56).

Резиномотор состоит из 24 резиновых нитей сечением 2 × 2 *мм* или 1 × 4 *мм* и длиной 850 *мм*.

Готовая модель обтягивается тонкой папиросной бумагой, крыло и оперение — с двух сторон, фюзеляж — со всех четырех граней. Когда высохнет клей, все обтянутые части модели для лучшего натяжения следует слегка спрыснуть водой из пульверизатора.

Готовые крыло и оперение проверяют, не образовалось ли у них перекосов. Если они обнаружатся, крыло или оперение надо снова, слегка спрыснув водой, положить на стол и прижать грузом.

При правильном изготовлении модели полетный вес должен равняться 225 граммам. Отдельные части ее весят (в граммах): фюзеляж — 50, крыло — 33, оперение — 10, шасси — 23, винт с бобышкой — 30, резиномотор — 79.

Сборку модели начинают с установки резиномотора. Сначала резиномотор надевают на крючок задней бобышки и пропускают через фюзеляж. Опустив фюзеляж носом вниз, берут другой конец мотора, надевают его на крючок оси винта; затем бобышки плотно вставляют на свои места.

Далее устанавливают шасси, хвостовое оперение, которое привязывают резиновой лентой к концу фюзеляжа.

Теперь необходимо уравновесить модель. Центр тяжести модели должен находиться на расстоянии 98 *мм* от передней кромки крыла.

ФЮЗЕЛЯЖНАЯ МОДЕЛЬ САМОЛЕТА С МЕХАНИЧЕСКИМ ДВИГАТЕЛЕМ (парящего типа)

На рисунке 57 показан чертеж фюзеляжной модели самолета с механическим двигателем в трех проекциях. Прежде чем приступить к изготовлению модели, необходимо вычертить ее рабочий чертеж.

Рабочий чертеж для этой модели вычерчивается точно так же, как и для предыдущих. Только для фюзеляжной модели самолета с механическим двигателем необходимы чертежи как для основных частей (крыло, фюзеляж, хвостовое оперение), так и для всех остальных деталей.

Фюзеляж модели делается наборно-шпангоутной конструкции. В поперечном сечении он имеет многоугольную форму. Форма шпангоутов от носовой части до хвостовой постепенно меняется. Сначала она семигранной формы, затем шестигранной и ромбовидной.

Фюзеляж состоит из 16 шпангоутов, 4 основных и 4 добавочных стрингеров.

Шпангоут № 1 выпиливается из фанеры толщиной 6 *мм*, шпангоуты № 2, 3, 4, являющиеся продолжением пилона, изготовляются из двухмиллиметровой фанеры; все остальные шпангоуты — из одномиллиметровой (рис. 58).

Изготовление фюзеляжа начинают с вычерчивания на фанере шпангоутов в натуральную величину. Зачистив с обеих сторон фанеру, приступают к вычерчиванию. Вычерчивать шпангоуты нужно точно, с помощью чертежных инструментов.

Верхние слои фанеры на шпангоутах должны итти сверху вниз.

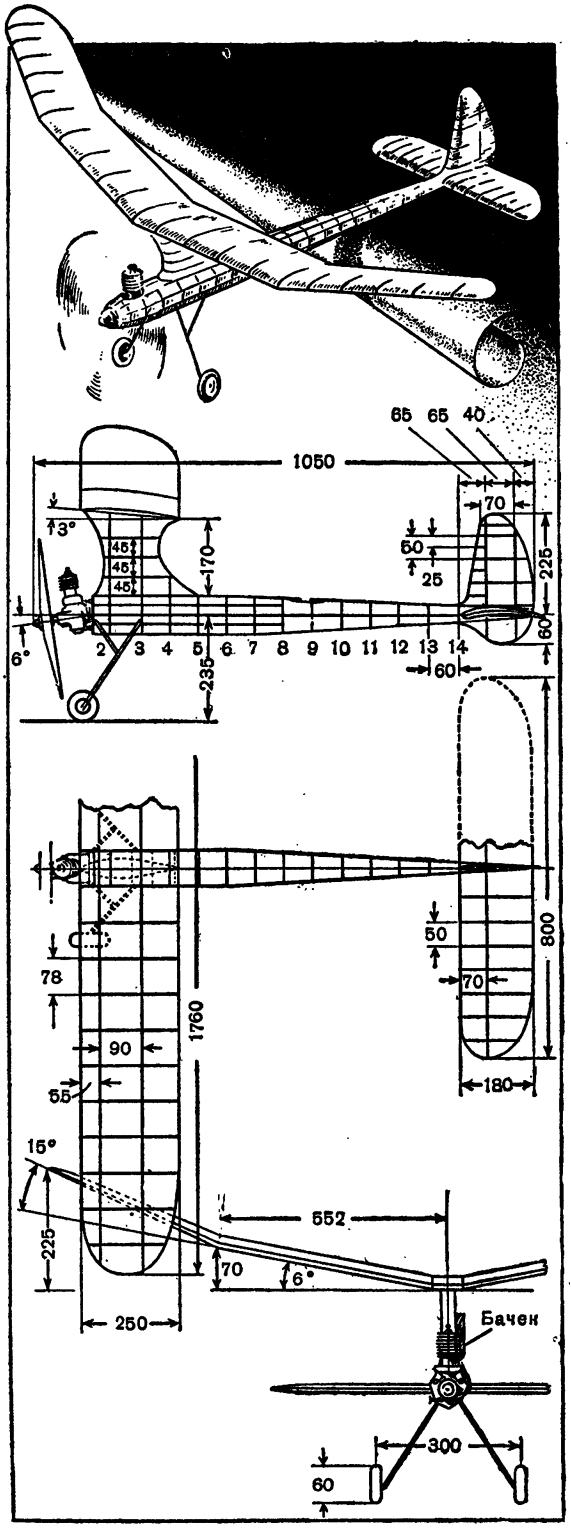


Рис. 57. Эскизный чертеж парящей модели самолета с механическим двигателем.

Начинают со шпангоута № 1. Сначала проводят вертикальную линию А — А (рис. 58) и пересекают ее под прямым углом горизонтальными параллельными линиями на расстояниях, которые указаны на чертеже. На рисунке эти горизонтальные линии обозначены буквами *ББ, ВВ, ГГ, ДД.*

Далее, узнав из таблицы ширину шпангоута, делят этот размер пополам и полученные отрезки откладывают при помощи измерителя или линейки на горизонтальных линиях вправо и влево от вертикальной линии. Соединив все точки прямыми линиями, получают внешнее очертание шпангоута.

Точно так же вычерчивают все шпангоуты фюзеляжа, кроме № 2, 3 и 4, изображенных на рисунке 58, которые вычерчиваются одновременно со стойкой для пилона.

В местах пересечения вертикальной линии *А—А* и горизонтальной *Г—Г* вычерчивают прямоугольник для сборочной рейки (стапеля) шириной 10 *мм* и высотой 15 *мм*. В шпангоутах от № 12 до № 15 ширина отверстия постепенно уменьшается до 5 *мм*.

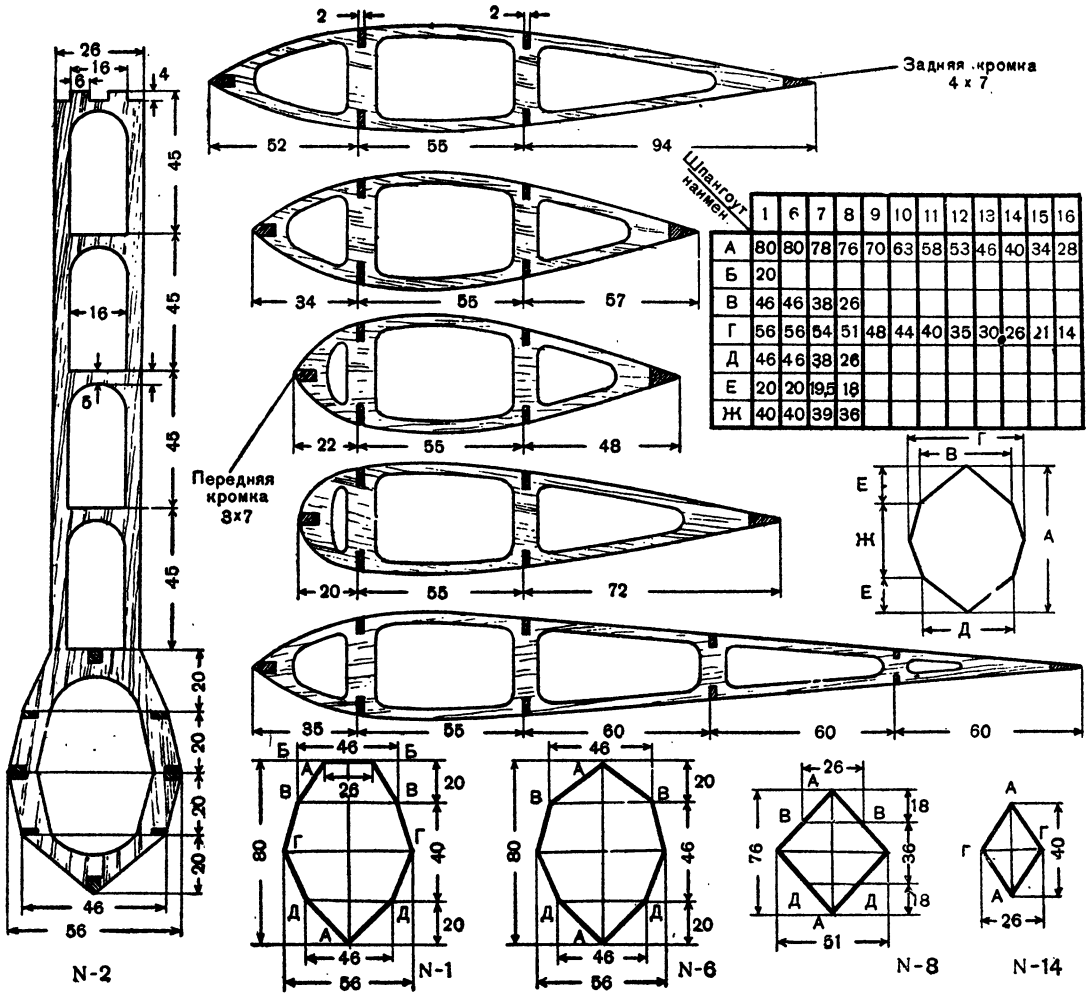
Во всех шпангоутах на расстоянии 6—8 *мм* от основных линий проводим линии, параллельные внешнему очертанию, но с небольшим закруглением в гранях шпангоута, где должны устанавливаться стрингеры. Эти линии служат внутренней стороной шпангоута. По ним шпангоуты вырезаются лобзиком.

После этого, согласно рисунку, на всех шпангоутах в их гранях отмечают места установки стрингеров и концом острого и тонкого ножа делают вырезы.

Стрингеры выстругивают из хорошей прямослойной сосны. Сечение основных стрингеров 4 × 4 *мм*, длина 950 *мм*, сечение дополнительных 2 × 4 *мм*, длина 420 *мм*.

Перед сборкой фюзеляжа необходимо точно вырезать в шпангоутах отверстия для стапеля и стрингеров. Для сборки фюзеляжа выстругивают ровную прямоугольную рейку (стапель) размером 900 × 10 × 15 *мм*, на ней согласно чертежу отмечают карандашом места установки шпангоутов и нумеруют. От шпангоута № 12 к концу рейку состругивают, доводя ее сечение до 5 *мм*. Затем на рейку надевают шпангоуты и устанавливают стрингеры. Фюзеляж выравнивают, места соединений промазывают клеем.

Нервюры пилона вычерчивают согласно чертежу из 2-миллиметровой фанеры.



Шпангоут наименование	1	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
А	80	80	78	76	70	63	58	53	46	40	34	28
Б	20											
В	46	46	38	26								
Г	56	56	54	51	48	44	40	35	30	26	21	14
Д	46	46	38	26								
Е	20	20	19,5	18								
Ж	40	40	39	36								

Рис. 58. Изготовление шпангоутов и нервюр пилона для фюзеляжа парящей модели.

Площадку для установки и крепления крыла делают из 2-миллиметровой фанеры шириной 65 *мм* и длиной 310 *мм* (рис. 59). Причем сечение фанеры (направление слоев дерева) берется продольное по длине нервюр и площадки.

Передняя и задняя кромки пилона изгибаются из бамбука сечением 3 × 6 *мм*. Если такого бамбука нет, их можно склеить из 6—7 тонких реечек.

Переднюю кромку пилона можно сделать долбленной из липового бруска. Сечение и ее форму нужно выполнить строго по форме пилона и носиков нервюр.

Сборка пилона заключается в следующем: нервюры вставляют в лонжероны и вывертывают так, чтоб они стали на свои места. Затем устанавливают кромки и площадку. Проверив правильность сборки, все места соединений смазывают клеем.

Конец фюзеляжа заканчивается килем (рис. 60). Пять нервюр и три носка вырезаются из миллиметровой фанеры по шаблонам, изображенным на чертеже. Лонжероны и кромки изготовляются из сосны. Сечения кромок и лонжеронов указаны на шаблонах нервюр.

Закругления киля изгибают из кусочка бамбука одновременно с передней и задней кромками.

Киль наглухо приклеивается к шпангоутам и стрингерам, задняя кромка вклеивается в стрингеры, предварительно срезанные на ус. Передняя кромка приклеивается и привязывается тонкими шелковыми нитками к верхнему стрингеру (рис. 60).

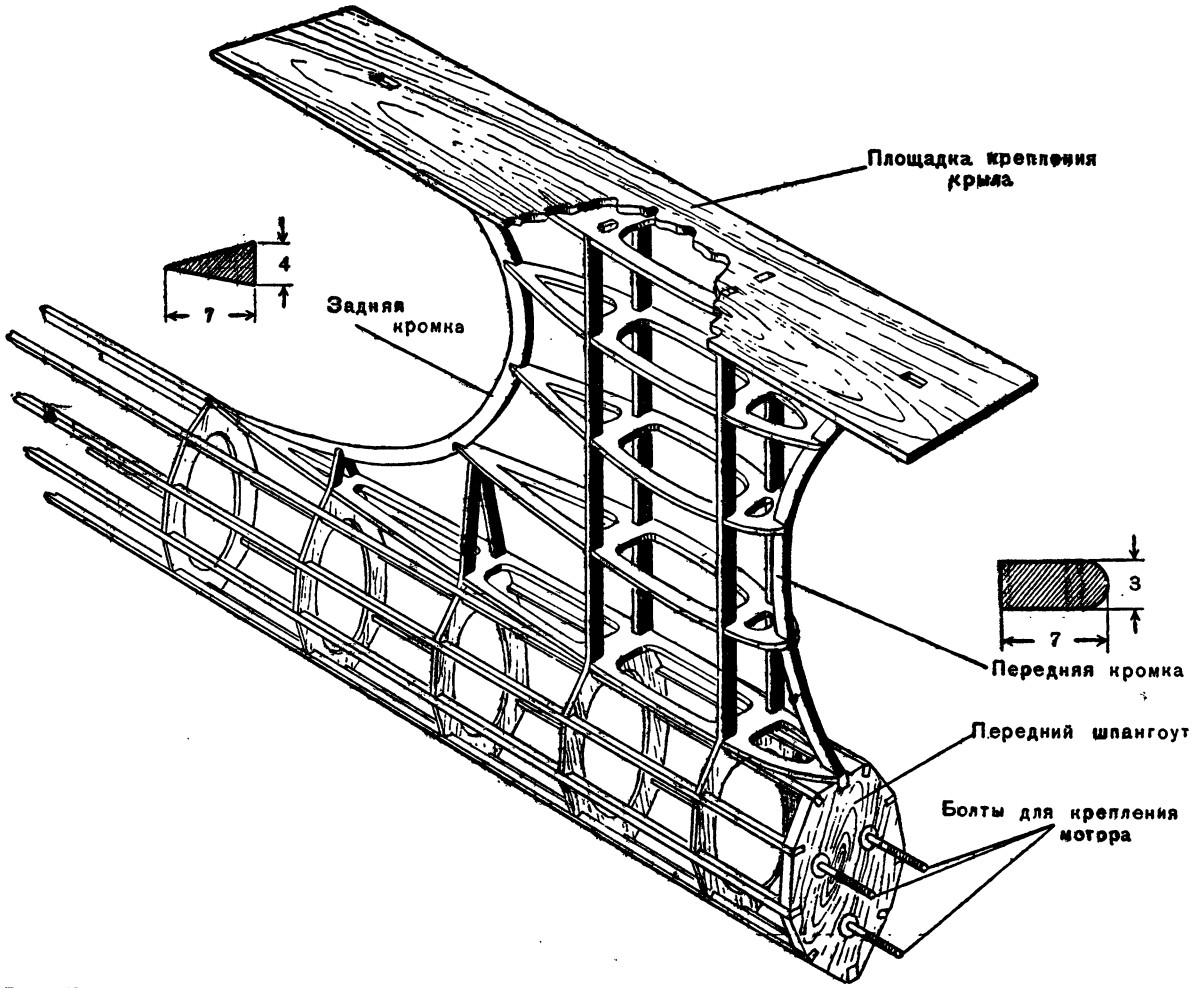


Рис. 59. Конструкция носовой части фюзеляжа.

Участок киля за вторым лонжероном можно сделать в виде руля поворотов из кусочка липы или использовать детали ранее собранного киля (рис. 60).

Крепление руля поворотов состоит из двух проволочных штырьков, которые одним концом привязываются к лонжерону киля, а другим туго входят в отверстия на нервюрах № 1 и № 5.

Такое устройство вертикального оперения с применением руля поворотов облегчает регулировку модели на работающем моторе, а при планировании будет способствовать кружению модели с заданным радиусом при парении ее в термических потоках воздуха.

Собранный и проклеенный фюзеляж освобождают от сборочной рейки и лишних частей шпангоутов. Делается это так же, как и в предыдущих моделях.

Моторный шпангоут, имеющий крепление мотора в виде трех механических винтов (болтов), делается из фанеры толщиной 6 *мм* и наглухо крепится в носовой части фюзеляжа к семи стрингерам и передней кромке пилона. Устанавливают шпангоут с помощью казеинового клея средней густоты.

Стабилизатор (рис. 62) однолонжеронной конструкции собирается из двух отдельных частей. Конструкция его проста и понятна из рисунка. Профиль нервюр вогнуто-выпуклый.

Нервюры изготовляют из миллиметровой фанеры. Передняя кромка выстругивается из сосны сечением 2×4 *мм*, а задняя — толщиной 3 *мм* и шириной 8 *мм*.

Лонжерон состоит из двух полок, изготовленных из сосны, сечением 3×3 *мм*.

Крепят стабилизатор с помощью трубочки, скатанной на клею из чертежной или ка-

кой-либо другой плотной бумаги. Трубочку закрепляют между полками лонжерона стабилизатора. Вторая точка крепления делается на задней кромке стабилизатора и киля. На задней кромке одной половины стабилизатора с помощью ниток и клея привязывают штырек из миллиметровой стальной проволоки, на другой половине стабилизатора — втулочку из дерева. А на задней кромке киля — целлулоидную пластинку с дырочками диаметром, равным диаметру проволоки штырька.

Передвигая проволочный штырек по дырочкам, изменяют угол атаки стабилизатора (рис. 60).

Стойка шасси изготовляется из стальной проволоки диаметром 3 *мм*. Добавочные полустойки — из стальной проволоки диаметром 2 *мм* (рис. 61).

Колеса баллонного типа делают из целлулоида толщиной 0,5 *мм* при помощи специально изготовленного штампа. Если такие колеса сделать нет возможности, их можно вырезать из фанеры или куска дерева диаметром 60 *мм* и толщиной 12 *мм* (рис. 61).

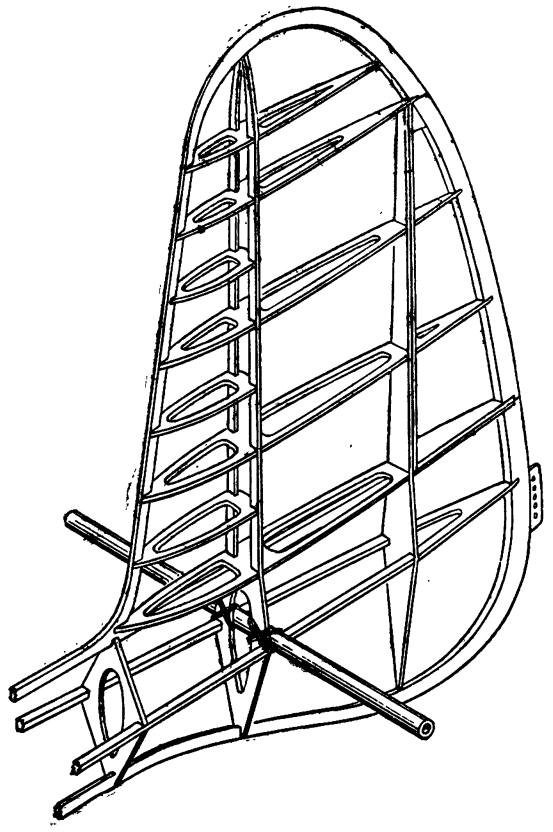
Третьей точкой опоры модели на земле и для взлета служит нижнее образование киля.

Крыло парящей модели делают неразборным, двухлонжеронной конструкции, с тройным *V*-образованием, в центре 6°, в середине консолей 16°.

Передний лонжерон выполняется из двух сосновых реек сечением 3×4 *мм*. Задний лонжерон сплошной, высота его в центре равна 12 *мм*, толщина — 2 *мм*. К концу крыла высота лонжерона постепенно уменьшается и доводится до таких размеров, которые соответствуют вырезам, указанным на шаблонах нервюр для профиля крыла (рис. 63).

Нервюры (рис. 63) делаются облегченными и выпиливаются из миллиметровой фанеры. По шаблону № 1 изготовляется 16 нервюр, а по шаблонам № 2, 3, 4 — по две каждого номера. У четырех нервюр, вырезанных по шаблону № 1, внутреннюю часть облегчать не надо. Эти нервюры ставятся в местах *V*-образности крыла.

Передняя кромка сечением 2×4 *мм* имеет прямоугольную форму; задняя — трехгранную форму и сечение 3×10 *мм*. Закругления концов крыла склеивают из семи реечек, выструганных из липы сечением 1×8 *мм* (если есть березовый шпон, проще сделать из него), и оставляют сохнуть на сутки.



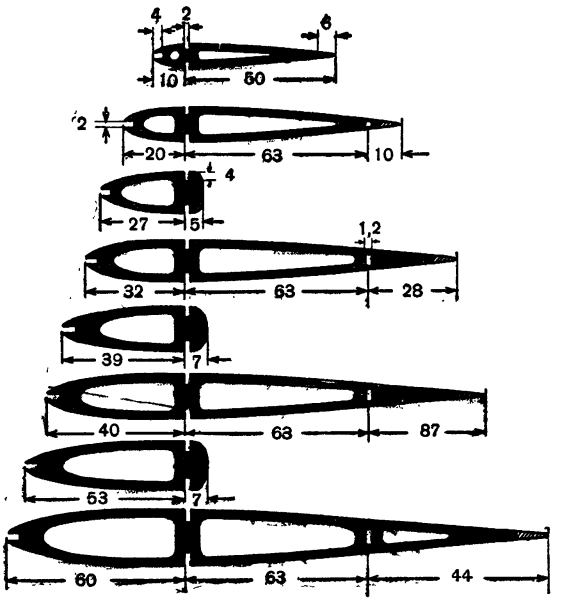


Рис. 60. Конструкция хвостовой части фюзеляжа.

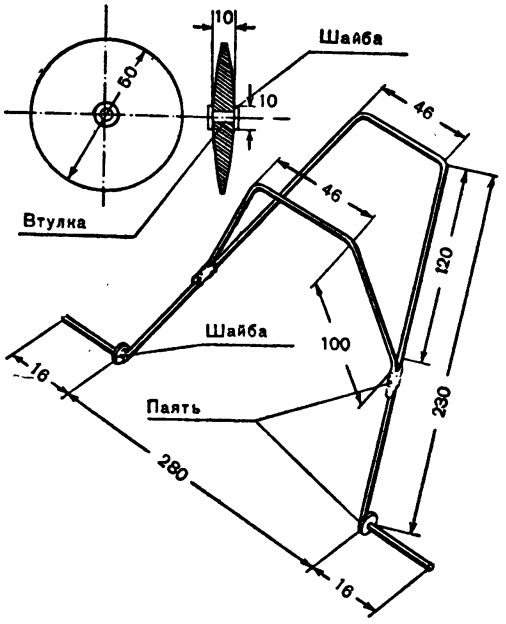


Рис. 61. Конструкция шасси и колеса парящей модели.

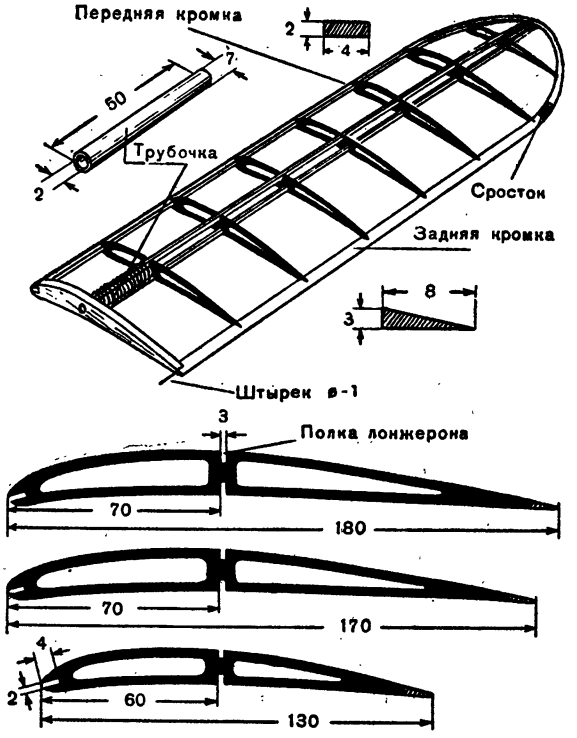


Рис. 62. Конструкция стабилизатора парящей модели с механическим двигателем.

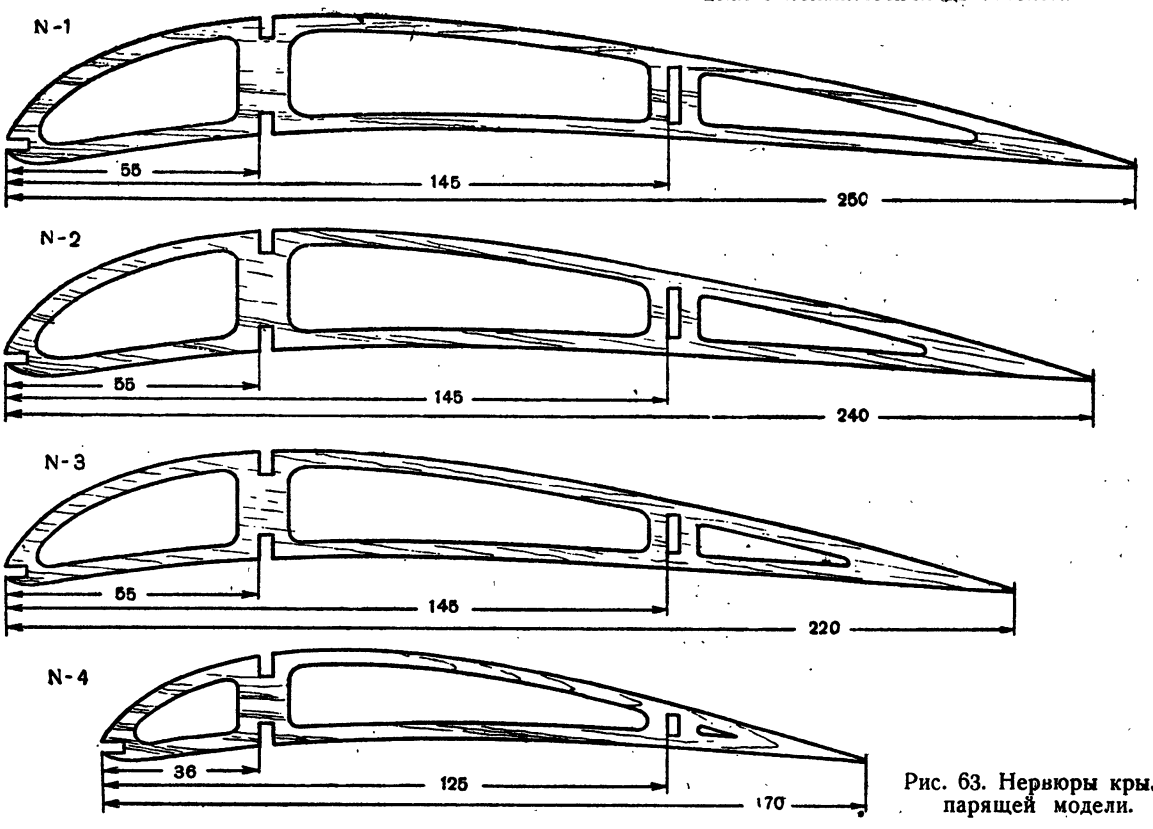


Рис. 63. Нервюры крыла парящей модели.

Когда дужка закруглений высохнет, ее вынимают из шаблона, распиливают на две половинки и обрабатывают рубанком, рашпилем и стеклянной бумагой так, чтобы в центре изгиба закругление имело сечение 2,5 × 6 *мм,* а концы плавно переходили один в переднюю кромку, другой — в заднюю.

Крыло собирают по отдельным частям. Сначала разрезают переднюю и заднюю рейки лонжеронов в местах *V*-образности крыла. На полученных отрезках, согласно чертежу, намечают места установки нервюр. После этого устанавливают нервюры на задний лонжерон, а затем ставят полки переднего лонжерона и места соединений смазывают клеем.

Из 2-миллиметровой фанеры вырезают усиливающие бобышки и вклеивают их в лонжероны. Затем ставят переднюю и заднюю кромки, предварительно изогнув их под углом *V*. После этого привязывают закругления. В местах *V*-образности крыла нервюры разрезают на три части и каждую из них вклеивают между кромками и лонжеронами.

Для соединения крыла с пилоном с нижней стороны пилона приклеивают площадку из двухмиллиметровой фанеры размером 65 × 310 *мм.* Просушенные после сборки крыло, стабилизатор и фюзеляж приготовьте к обтяжке.

Для хорошего обтекания носовой части с мотором можно сделать обтекатель. Устанавливать его следует после регулировки модели.

Винт для этой модели можно взять готовый, который прилагается к мотору К-16, или изготовить самим по прилагаемым шаблонам. Шаблоны воздушного винта для мотора К-16 показаны на рисунке 64.

Если юным техникам необходимо на винт установить капот, то предварительно на него должен быть надет деревянный или металлический обтекатель винта. Обтекатель для винта носит название кока, а для двигателя — капота.

Небольшой мерный бачок, необходимый для кратковременной работы мотора, следует склеить из целлулоида толщиной 0,5 *мм* (рис. 28) или в крайнем случае можно обойтись бачком, прилагаемым на моторе.

Когда бачок будет склеен, внутрь него следует вставить пробочку, которая уменьшит степень тряски горючего во время работы мотора и даст возможность мотору бесперебойно работать и высасывать из бачка все горючее.

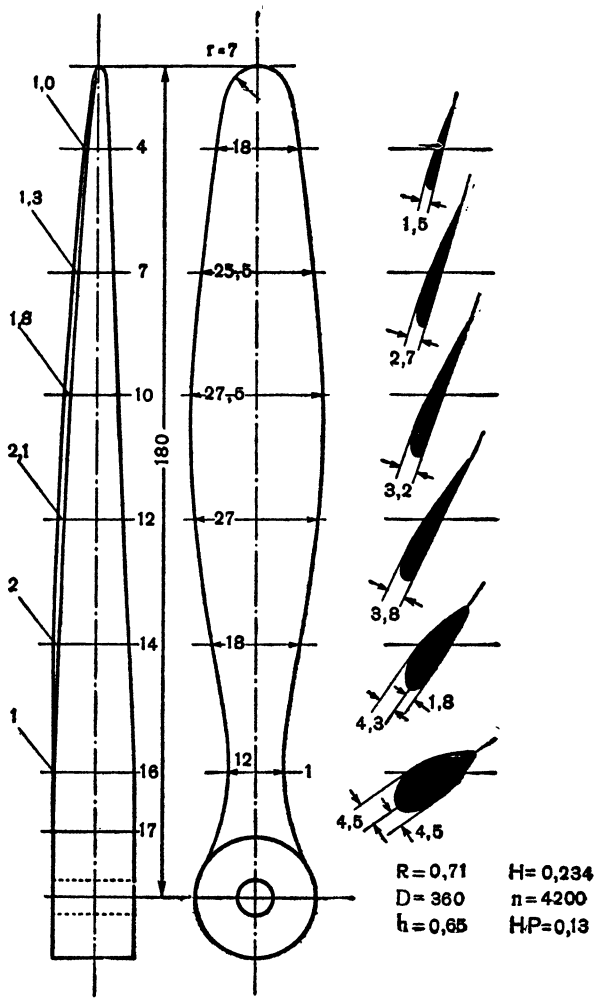


Рис. 64. Шаблоны воздушного винта для мотора К-16.

После того как все детали парящей модели самолета с механическим двигателем будут изготовлены, приступают к сборке всей модели.

Собранная модель обтягивается папиросной бумагой. Для большей прочности пилон и передняя часть фюзеляжа, до восьмого шпангоута, может быть обтянута плотной оберточной бумагой.

Для хорошего натяжения папиросная бумага сбрызгивается водой, а затем покрывается нитролаком (эмалитом).

Фюзеляж и киль можно покрасить цветной нитрокраской. Это придаст модели красивый вид.

РЕГУЛИРОВКА И ЗАПУСК ЛЕТАЮЩИХ МОДЕЛЕЙ

Закончив изготовление летающей модели, моделисту хочется скорее испытать ее в полете.

Но прежде чем испытывать модель в полете, авиамоделисту необходимо убедиться в правильности ее сборки, балансировки, достаточной прочности крепления крыла, хвостового оперения, шасси, мотора, винта с бобышкой, резиномотора и т. д.

Если при проверке ненадежным окажется крепление, его следует переделать: привязать плотнее или закрепить. Затем нужно проверить, нет ли перекосов крыла, оперения шасси или фюзеляжа. Ошибки, часто встречающиеся при сборке моделей, показаны на рисунке 65.

Если перекошено крыло, а хвостовое оперение не находится в симметрии с крылом и всей моделью, то надо ободрать обтяжку крыла, перевязать крепление, переклеить заново крыло и перевязать крепление хвостового оперения.

Небольшие перекосы у крыла и хвостового оперения можно исправить, не снимая обтяжки. Для этого необходимо смочить нужное место растворителем или ацетоном и держать его в руках до высыхания.

Перед запуском модели следует также проверить установочные углы атаки у стабилизатора и крыла. Проверить, правильно ли установлены крыло и стабилизатор, можно простым способом. Берут линейку, кладут ее с нижней стороны поверхности крыла и с помощью транспортира измеряют угол атаки крыла относительно оси модели, а затем таким же образом измеряют угол у стабилизатора.

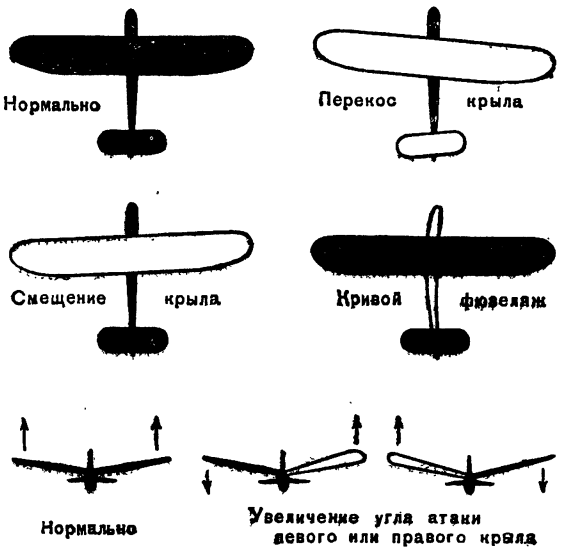


Рис. 65. Ошибки при изготовлении и сборке моделей.

Далее следует проверить, правильно ли уравновешена модель, совмещены ли центр тяжести с центром давления крыла. Для моделей с несущим стабилизатором центр тяжести должен находиться на расстоянии 65—70% от носка нервюры, а с не несущим стабилизатором на расстоянии 28—33%. Это уравновешивание делается предварительное, в дальнейшем оно уточняется при регулировке модели в воздухе.

Когда все части будут проверены, а замеченные недостатки исправлены, можно приступать к пробным запускам и регулировке модели. Руководитель кружка должен предостеречь моделистов от поспешности, иначе они могут поломать модель.

Регулируя и пуская свою модель, авиамоделист должен научиться сначала регулировать ее, а затем уже переходить к длительным запускам модели.

РЕГУЛИРОВКА МОДЕЛИ ПЛАНЕРА

Первые, пробные запуски наиболее ответственны, и на это руководитель должен обратить внимание кружковцев. Прежде чем запускать модель, необходимо подыскать подходящую площадку. Такую площадку легко найти за городом. Сухой луг или песчаный берег реки, отсутствие высоких деревьев поблизости, небольшие склоны — вот наиболее подходящее место для испытания всех типов моделей, а особенно планеров. Летающие модели очень хрупки и поэтому требовательны к условиям посадки. Они не могут совершать посадку на кочки, кустарник и т. п.

Погода для первых запусков должна быть тихая (ветер не больше 2 *м/сек.*) и сухая. Влажный воздух ослабляет обтяжку, и модель теряет жесткость. Лучшее время для запуска — летние утренние часы, когда роса просохла и ветер еще не поднялся, и вечерние — перед заходом солнца. Дневные часы от 10 часов утра до 16 часов самые ветреные и для регулировки моделей не подходят.

Рис. 66. Пробные запуски модели с колена.

При запуске моделист встает на одно колено строго против ветра, поднимает модель на уровень глаз, держа ее правой рукой за фюзеляж снизу под крылом (в месте центра тяжести) и слегка опустив нос вниз (рис. 66), легким толчком пускает модель вперед.

Выполненная точно по чертежу и правильно собранная модель от легкого толчка должна пролететь под определенным углом планирования строго по прямой 10—15 *м*.

Если модель после запуска резко взмывает кверху или делает горки (рис. 67), то это значит, что модель неправильно уравновешена: центр тяжести ее находится сзади центра давления. Чтобы исправить ошибку, нужно загрузить нос (а у фюзеляжной модели самолета сдвинуть крыло немного назад) и ослабить толчок модели при запуске. Руководитель кружка должен объяснить моделисту, что каждая летающая модель имеет вполне определенную скорость полета и планирования и только после нескольких колебаний в вертикальной плоскости она может приобрести эту скорость, если при запуске моделист не сумел правильно рассчитать силу толчка.

Если при запуске модель круто летит вниз (рис. 67) или приземляется поблизости несколько раз, а затем снова взлетает после толчков о землю, то это значит, что центр тяжести находится впереди центра давления Чтобы правильно расположить центр тяжести, необходимо слегка сдвинуть крыло вперед или убавить нагрузку на носу модели.

После того как ошибки будут устранены, модель запускают.

Таких запусков следует проделать несколько, пока модель не будет плавно совершать планирующий спуск.

Причиной крутого спуска модели может быть также малый угол атаки крыла или большой угол атаки стабилизатора. Устранить такой полет можно: увеличить угол атаки крыла или уменьшить угол атаки стабилизатора.

Регулировка направления полета модели не сложна. Чтобы модель имела правильное направление полета, должны быть симметричными правая и левая половины крыла и правильно подобрано положение киля. Если при изготовлении модели все это соблюдено точно, модель полетит с первого запуска.

Регулируя модели на прямолинейный полет, необходимо следить за тем, чтобы модель не отклонялась в сторону. Обычно причиной отклонения модели в ту или иную сторону может быть то, что киль отогнулся в сторону или изменились углы атаки концов крыла. В первом случае крыло надо осторожно отогнуть в обратную сторону, а во втором — на крыло из плотной бумаги наклеить небольшой элерон, которым и следует исправлять крены.

Одной из причин разворотов и кружения летающей модели в горизонтальной плоскости может быть отсутствие «весовой симметрии», то-есть части модели, лежащие вправо от фюзеляжа, по весу не равны частям, лежащим влево. Чтобы проверить весовую симметричность расположения частей, нуж-

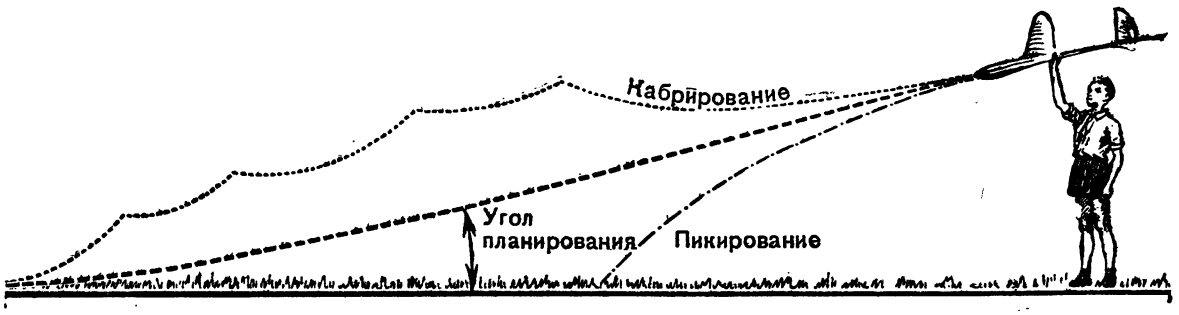


Рис. 67. Запуск модели с полного роста и три основных вида полета.

но перевернуть модель на спину и привязать нитку к фюзеляжу в центре тяжести. Затем подвесить модель и установить равновесие. На легкий конец крыла наклеивается кусочек свинца.

Полет модели кругами часто объясняется и отсутствием «аэродинамической симметрии», то-есть профиль на одной половине крыла изогнут больше, чем на другой. Следовательно, одна сторона крыла имеет большую подъемную силу и крен модели наблюдается в другую сторону. Если по площади стороны крыла не одинаковы, то это тоже может быть причиной того, что модель делает крен, а потом и разворот.

Развороты модели могут быть устранены, если на заднюю кромку киля наклеить из плотной бумаги небольшой руль.

После каждого исправления модель запускают вновь. К сильным толчкам при запуске прибегать не следует.

После того как моделист приобретет навык в запуске модели с колена, он может запускать модели, приподняв их над головой. Если планирование модели происходит без горок и пикирования, моделист переходит к запускам модели планера с леера, или к запускам моторных моделей с работающим мотором.

Регулировочные полеты на планирование модели очень важны для моделиста в выработке навыков в запуске моделей и для подбора наивыгоднейшего режима планирования модели.

Правильно отрегулированная модель планера при запуске из рук с полного роста пролетает 20—30 *м*.

Окончательно отрегулированную и загруженную свинцом модель необходимо взвесить и определить получившуюся нагрузку на несущую площадь. Ее определяют по формуле: $p = \frac{G_{мод}}{S_{кр} + S_{го}}$, где G — вес модели в граммах: $S_{кр}$ — площадь крыла, а $S_{го}$ — площадь стабилизатора. Если нагрузка на несущую площадь получится меньше 12 *г/дм*², а модель предназначается для участия в соревнованиях, ее необходимо еще загрузить. Для этого берут кусочек свинца нужного веса (в фюзеляже делается отверстие на месте центра тяжести) и приклеивают или привязывают его во внутренней части фюзеляжа.

Последующие запуски парящих моделей на высоту осуществляются по-разному: планер на высоту затягивается (буксируется) при помощи леера, а моторные модели на большую высоту взлетают при помощи избыточной тяги винта.

В дальнейшем полет парящей модели зависит от наличия в воздухе термических потоков воздуха (тепловых, вертикальных, течений). Как известно, воздух над земной поверхностью не находится в состоянии покоя, а всегда движется. В теплые летние дни поверхность земли нагревается солнечными лучами неравномерно. Из-за этого образуется вертикальное движение воздуха, называемое «тепловым», или «термическим» потоком.

Чистый воздух хорошо пропускает солнечные лучи и нагревается главным образом тепловыми лучами от нагретой почвы.

Нижние слои воздуха, находясь вблизи от неравномерно нагретой поверхности, тоже неравномерно нагреваются. Так как теплый воздух легче холодного, то он поднимается вверх. Летающая модель, попавшая в такое вертикальное движение воздуха, свободно взмывает вверх, пролетая десятки километров.

Утром, с нагревом почвы и передачей тепла близлежащим частицам воздуха, при штилевой погоде у земной поверхности образуются очаги термических потоков, прикрытые сверху подушкой инертного слоя воздуха. Эта подушка препятствует накопившемуся заряду теплого воздуха прорваться вверх.

При достаточно накопленной энергии заряд теплого воздуха разрывает инертный слой на большей или меньшей площади и устремляется вверх. С уходом заряда вверх разрыв в слое воздуха закрывается и над термическим очагом происходит накопление нового заряда теплого воздуха.

Явление повторяется и учащается по мере усиления нагревания почвы и уменьшения инертного слоя воздуха.

Только что зародившееся облако не всегда остается изолированным от земной поверхности. С учащением движения от термических потоков заряды теплого воздуха, посылаемые вверх, попадают в облако, создают новые сложные процессы внутри облака, усиливая одновременно и циркуляцию воздушных масс вокруг него. Облако становится не бесформенной белой шапкой, а приобретает определенные, куполообразные формы наверху, характеризующие и объем и силу зарядов, полученных облаком при прохождении над очагами термических потоков.

Периодическое образование клубов можно проследить на кучевых облаках, в кото-

рые превращаются клубы после охлаждения и сгущения (уплотнения) содержащихся в них водяных паров при подъеме.

Это образование восходящих потоков особенно хорошо облегчается неодинаковым состоянием поверхности почвы. Всегда на земле имеются более темные места (например, вспаханное поле), которые сильнее поглощают солнечные лучи, сильнее нагреваются, а следовательно, интенсивнее нагревают прилегающий к ним воздух. Отсюда раньше всего и начинается течение воздуха вверх, к этому месту оказывается «привязанным» восхо ящий термический поток. Уметь находить такие потоки и их использовать для парения летающих моделей — большое искусство авиамоделистов.

Наиболее благоприятные случаи парения летающих моделей возможны с образованием кучевых облаков и до их рассеивания, то-есть с 9 часов утра и до 17 часов вечера. В эти часы происходит наибольшее их скопление и скорость воздушного потока доходит до 5—6 *м/сек*. В редких случаях на большой высоте она достигает 8—10 *м*.

Запуск модели планера с леера. При запуске летающей модели планера на большую высоту применяют леер, которым затягивают планер так же, как и воздушный змей. Освободившись от леера, модель долго летает, а при наличии термических потоков воздуха достигает большой высоты (модель теряется в облаках).

Леер—это прочная, тонкая нитка. По правилам состязаний запускать модели с леера можно двояким способом: или бежать с леером (рис. 68) строго против ветра, или, имея длинный леер (до 200 *м*), запускать модель с места. Первый способ удобнее, так как дает возможность запускать модель и в тихую погоду. Вторым способом пользуются при запуске моделей больших размеров и в сильный ветер.

При запуске модели планера с леера поступают следующим образом. Леер длиной в 100 *м* привязывают одним концом к круглой палочке. К другому концу леера прикрепляют небольшое колечко, сделанное из кусочка стальной проволоки диаметром 1 *мм*. Рядом с колечком устанавливают небольшой флажок из красной материи (рис. 68). Этот флажок нужен для того, чтобы с земли было видно, когда колечко леера соскочит с крючка модели.

Крючок для схематической модели планера делается очень просто. Берут гвоздь, вбивают его в рейку, а шляпку откусывают. Для

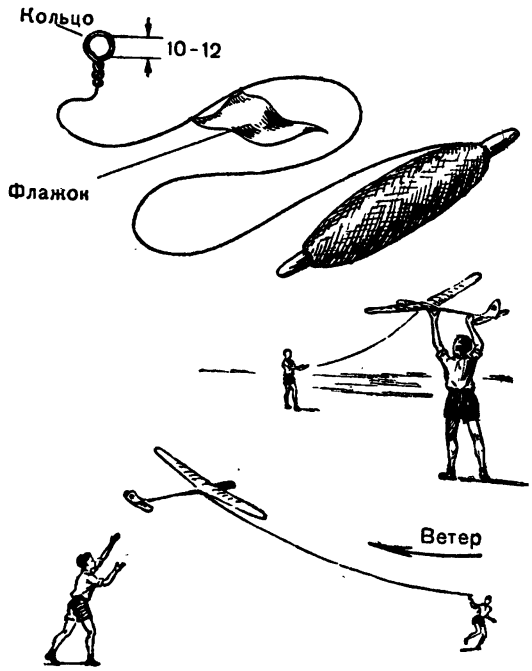


Рис. 68. Запуск модели планера с леера.

фюзеляжной модели планера крючок изгибается из 1,5-миллиметровой проволоки и прочно привязывается нитками с клеем к нижнему стрингеру фюзеляжа.

Если крючок установлен далеко от носа модели, то модель будет набирать высоту под большим углом и может сорваться с крючка на взлете.

Если же крючок поставлен слишком близко к носу, то модель не будет взлетать высоко вверх. Чтобы правильно найти место для крючка, к модели прибивают два-три крючка и запускают ее с каждого из них поочередно. После этого определяют лучшее положение для старта.

Запускать модель планера на леере нужно вдвоем: один моделист (сдающий) держит модель с нацепленным на крючок колечком леера, второй моделист (буксирующий) отходит на длину леера. Сдающий держит модель над головой, снизу за фюзеляж.

Модель направлена точно против ветра, нос модели поднят немного вверх (рис. 68). Нужно следить, чтобы леер не лежал на земле и не цеплялся за траву. Когда все готово к запуску, буксирующий моделист подает команду: «Пускай!» и сдающий без толчка отпускает модель. По этой же команде сам буксирующий моделист начинает бежать с леером против ветра.

Буксирующий должен быть очень внимателен: если при сильном ветре модель круто набирает высоту, он должен двигаться в обратную сторону.

Когда модель взлетит на большую высоту (как позволяет длина леера), колечко само соскочит с крючка и леер упадет. Если же колечко не успело отцепиться от крючка модели, то буксирующий должен бросить леер из рук.

Если, отцепившись от леера, модель будет кабрировать (делать горки) или пикировать (резко снижаться), ее необходимо еще раз отрегулировать с рук и снова запустить с леера. Следует заметить, что первые запуски модели планера на леере проводятся при его длине не более 20—30 *м*.

РЕГУЛИРОВКА МОДЕЛИ САМОЛЕТА

Модели самолетов и гидросамолетов с резиновыми моторами очень похожи на модели планеров. Но большая сложность конструкций, дополнительные детали и механизмы требуют более тщательной регулировки.

Собрав модель самолета и установив, что все части модели симметричны, авиамоделист переходит к регулировке модели и испытанию ее в полете.

Первые запуски модели самолета проводятся на планирование. Замеченные недочеты исправляются при регулировке.

Если модель «задирает» нос — планирует недостаточно полого, надо поднять переднюю кромку стабилизатора. Для этого под переднюю кромку стабилизатора подкладывают деревянную подкладку (кусок спички).

Если модель будет «клевать» носом, следует немного увеличить угол атаки крыла, подложив под переднюю часть надстройки половину спички (расколов ее вдоль).

Остальные правила регулировки модели на планирование: равенство углов крыла, одинаковый вес частей, расположенных справа и слева, а также другие условия остаются для резиномоторной модели теми же, что и для планера.

Добившись хорошего планирующего полета модели, переходят к моторным полетам, то-есть к запуску с заведенным резиновым мотором. Для этого резиномотор закручивают на 50—60 оборотов и пускают модель с рук. Держать модель нужно в горизонтальном положении строго против ветра. Если полет протекает нормально, количество оборотов можно увеличить на 50 и снова запустить модель. Так, постепенно увеличивая обороты резиномотора, производят регулировку модели самолета.

Иногда модель может начать кабрировать. Это происходит оттого, что с увеличением мощности резиномотора модель набирает высоту под большим углом и стабилизатор начинает обдуваться от струи винта, который работает в измененных условиях. Для устранения кабрирующего полета модели необходимо ось винта наклонить вниз, подклеив под верхнюю часть бобышки небольшую подкладку, или срезать снизу часть дерева на бобышки.

Наклонять ось винта нужно до тех пор, пока полет модели на полных оборотах резиномотора будет без колебаний.

Если модель самолета с заведенным резиномотором пикирует (что бывает редко), ось винта следует немного поднять вверх.

Регулировка модели самолета на прямолинейный полет при работающем моторе обычно нарушается от крутящего момента винта (модель разворачивается в сторону, противоположную вращению винта). Это явление называется реакцией винта. Объясняется оно следующим. Винт при вращении встречает сопротивление воздуха и стремится накренить модель в сторону, противоположную вращению. Создавшийся крен вызывает, в свою очередь, разворот модели.

Прямолинейного полета модели можно достигнуть путем поворота оси винта на 2—3° в сторону, противоположную развороту модели.

Хорошо отрегулированную модель пускают при ветре до 10 *м/сек*.

Полет модели самолета может совершаться как против ветра, так и по ветру, но ни в коем случае нельзя запускать модель при боковом ветре, так как она может опрокинуться, удариться о землю и поломаться.

Если модель самолета хорошо отрегулирована, но плохо набирает высоту — значит мощность резиномотора недостаточна. Добавьте 2—4 резиновые нити и снова запускайте модель.

Любая сухопутная модель самолета может быть переоборудована в гидросамолет, если колесное шасси заменить на поплавковое. Летные качества при этом изменятся незначительно.

Модель гидросамолета запускается с любой водной поверхности размером не менее 10×10 *м*, окруженной низкими берегами. Глубина водоема может быть различной. Только в месте старта она не должна превы-

шать 1 *м*, чтобы авиамоделист мог свободно стоять в воде с моделью.

Пробные запуски модели проводят в безветренную погоду или при ветре, не превышающем 2—3 *м/сек*. Только после того, как модель будет хорошо отрегулирована и авиамоделист приобретет некоторые навыки в запуске, он может запускать модель и при ветре до 10 *м/сек*.

Во время сборки гидромодели руководитель должен обратить внимание кружковцев на установку поплавков. Передние поплавки имеют взлетный угол в 5°. Хвостовой поплавок ставится параллельно фюзеляжу (рис. 69).

Собранная и проверенная модель гидросамолета перед запуском проверяется еще и на герметичность поплавков. Модель должна самостоятельно продержаться на воде не менее одной минуты. Если в обтяжке поплавков будут обнаружены, пусть даже самые незначительные дыры или трещины, их следует тут же заклеить, а поплавки еще раз покрыть нитролаком или спиртовым лаком.

После того как модель будет проверена, приступают к регулированию модели. Сначала ее запускают с рук на планирование, как планер. Затем заводят резиномотор и опять запускают модель с рук. Убедившись, что она хорошо набирает высоту и устойчиво летает, переходят к запуску модели с воды.

Запускать модель с воды нужно без толчка, иначе передние поплавки могут «зарыться» в воду.

Иногда бывает, что модель не отрывается от воды, а скользит по ней или совершает слишком длинный пробег. Исправить эту ошибку можно, передвинув поплавки немного вперед или подвинув крыло. Если же это не поможет, необходимо усилить мощность резиномотора.

Бывает, что модель не взлетает, так как винт касается воды. Передвиньте поплавки и крыло вперед, а потом заново проверьте центровку модели.

Иногда модель крутится на воде. Значит, поплавки стоят неправильно. Переставьте поплавки параллельно фюзеляжу.

В практике авиамоделистов бывают такие случаи, когда модель взлетает и разворачивается на одном поплавке. Избежать этого можно, переместив ось винта в противоположную сторону.

Если же модель во время пробежки, оторвавшись от заднего поплавка, бежит на передних и не взлетает, передним поплавкам

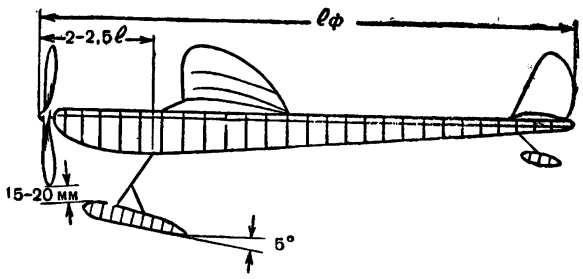


Рис. 69. Установка поплавков модели гидросамолета.

необходимо увеличить угол взлета, а заднему — уменьшить угол установки или же передние поплавки подвинуть немного вперед.

Правильно отрегулированные модели самолетов могут летать так же, как планер.

РЕГУЛИРОВКА МОДЕЛЕЙ С МЕХАНИЧЕСКИМ ДВИГАТЕЛЕМ

Для регулировки моделей с механическим двигателем применяют те же правила, что и для регулировки самолета и гидросамолета.

В этом разделе мы опишем только то новое, что должен знать руководитель для регулирования моделей самолета с механическим двигателем.

1. Уравновешивание модели достигается путем загрузки носовой или хвостовой части фюзеляжа кусочками свинца. Крыло устанавливается на определенном расстоянии от носа фюзеляжа и делается неподвижным.

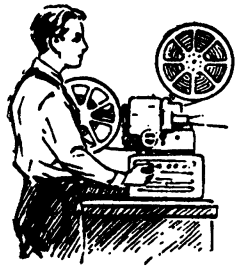
2. Сначала модель регулируется на планирование. Затем ее запускают с работающим мотором. Первоначальная продолжительность работы мотора в воздухе — 5—6 *сек*. В последующие полеты время работы мотора должно увеличиваться постепенно на 2—3 *сек*.

3. При первых полетах модели с работающим мотором необходимо следить за ее разворотами, изменяя соответственно углы наклона оси мотора для устранения реакции винта и разворота после каждого полета.

4. Полеты парящих моделей с полным баком, рейсовых и копий на полных оборотах следует совершать только тогда, когда модель будет полностью отрегулирована и определено, какова ее устойчивость.

5. У парящей модели самолета с механическим двигателем угол отклонения оси мотора для устранения реакции винта регулируется соответственно изменением угла установки руля поворотов.

МАССОВАЯ РАБОТА ПО ТЕХНИКЕ



Работа юных техников в технических кружках не должна ограничиваться только изготовлением моделей и приборов. Деятельность кружковцев не может замыкаться в рамках кружка, а должна стать достоянием всей школы, пионерской дружины.

Этому содействует разнообразная массовая работа по технике.

Массовая работа позволяет последовательно и систематически расширять кругозор учащихся, знакомит их с историей науки и техники, с достижениями советских ученых, изобретателей и новаторов производства, с организацией труда на современном социалистическом производстве. Она связывает кружок с окружающей жизнью, с пионерской организацией, популяризирует работу кружка, воспитывает дружный, работоспособный, боевой коллектив детей.

Большие возможности для проведения массовой работы открывает пионерская организация. XII съезд ВЛКСМ подчеркнул необходимость и важность дальнейшего развертывания многообразной по содержанию и формам пионерской технической самодеятельности и наметил пути развития массовой работы по технике с пионерами и школьниками.

Пионерские сборы, технические вечера, встречи с передовыми людьми производства и науки, конференции, производственные экскурсии, олимпиады, выставки, соревнования, походы — таков далеко не полный перечень форм массовой работы, получивших широкое распространение в работе кружков при школах, домах и дворцах пионеров, пионерских лагерях, станциях юных техников.

Каждый кружок в конце учебного года устраивает общественный отчет о проделанной работе, организует выставку своих работ, творческие доклады кружковцев.

Успех проведения итоговых технических вечеров во многом зависит от того, как они будут организованы. Особенно интересно эти вечера проходят там, где демонстрируют модели сами строители. Такие отчеты повышают ответственность юных техников за свои самоделки и служат формой поощрения юного техника.

Большое внимание должно уделяться организации выставки работ кружковцев. Часто руководители кружков не придают этому должного значения, наспех размещают на столах экспонаты, делают небрежные надписи, не обращают внимания на общее оформление выставочного помещения.

Такая выставка не производит впечатления не только на присутствующих учителей, родителей, работников шефствующих предприятий, но и на самих кружковцев и учащихся.

Выставка является одним из самых действенных средств пропаганды детского технического творчества. Поэтому она должна показывать не только состояние конструкторской работы в кружке, но и давать ясное представление об их общественно-полезных делах в школе и пионерской организации. На специальных щитах, стендах и плакатах необходимо раскрыть содержание работы кружка, показать участие кружковцев в массовых мероприятиях, рассказать о перспективах будущей работы.

Организация и проведение выставки — кропотливое и трудоемкое дело. Надо тщательно продумать размещение экспонатов выставки и обеспечить их соответствующими объяснительными табличками и схемами. Очень важно, чтобы любая представленная на выставку конструкция могла быть продемонстрирована, чтобы по каждой из них экскурсовод мог дать исчерпывающую техни-

ческую консультацию. Крайне желательно, чтобы присутствующие на выставке специалисты дали оценку и сделали конкретные замечания по отдельным конструкциям выставки, поговорили бы с юными техниками об их работе.

В день закрытия выставки рекомендуется подвести итог и отметить лучших юных техников — наградить их грамотами и подарками.

В массовой работе по технике важное место занимают **лекции и беседы** на научно-популярные темы, которые пробуждают у детей интерес к различным вопросам науки и техники. Особенное значение имеют те из них, материал которых наглядно показывает учащимся связь изучаемых ими наук с жизнью, тесную взаимосвязь теории и практики, раскрывает трудовые победы советского человека.

Успех проведения лекционной работы определяется прежде всего хорошим подбором и умелой демонстрацией иллюстративного материала — приборов, макетов, моделей, диапозитивов и кинофильмов. К участию в подготовке и проведении лекции полезно привлекать самих кружковцев в качестве ассистентов лектора и лаборантов, а также для демонстрации диапозитивов и кинофильмов.

Одной из форм массовой работы по технике являются **технические вечера.** Школьников очень увлекает подготовка к ним, когда они проявляют свою творческую инициативу, когда каждый из них вкладывает свой посильный труд в общую работу. Долг руководителя кружка — подсказать каждому участнику вечера его роль в коллективном труде, дать ему конкретное задание по изготовлению какого-либо прибора, подготовке опыта и т. д. Так, например, при подготовке вечера по электростатике юные техники могут сделать большинство самодельных приборов.

Вот описание некоторых из этих приборов и опыты, которые можно провести с ними.

Прежде всего для опытов потребуется сильный источник электричества. Многие знают, что если взять кусок органического стекла (плексигласа) или палочку, сделанную из акрилата (определенный сорт органического стекла), и потереть их суконкой, то стекло начнет притягивать к себе мелкие предметы, кусочки ваты, бумаги, то-есть мы получим электричество от трения. Но такой источник электричества для проведения опытов мал, нужна электрическая машина. Если в физическом кабинете такой машины нет, ее можно сделать самим. Изготовление ее несложно.

От большой стеклянной бутылки отрезается верхняя часть с горловиной так, чтобы получился закрытый с одной стороны (дном бутылки) стеклянный цилиндр. В незакрытую часть цилиндра вставляют вырезанный из доски круг. В стеклянном дне цилиндра осторожно пробивается отверстие, такое же отверстие делается и в центре деревянного кружка. В этих отверстиях туго укрепляют деревянную ось. Чтобы ось не вращалась в отверстиях цилиндра, ее необходимо укрепить при помощи сургуча или клея БФ-2, смешанного с мелкими древесными опилками.

Цилиндр же должен легко вращаться при помощи рукоятки (рис. 1) в вертикальных стойках.

К стойке, сделанной из стеклянной трубки, клеем крепится деревянная планка толщиной 20 *мм,* которая аккуратно оклеивается станиолем. Форма планки видна из рисунка.

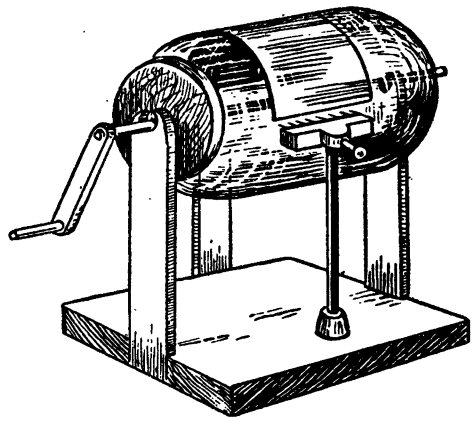


Рис. 1. Электростатическая машина.

С одной стороны планки, в суженном ее конце, укреплен металлический шарик, с другой, противоположной стороны, по всей длине планки забивают в ряд 10—15 булавок (шляпки булавок откусывают). Получившаяся гребенка должна быть установлена так, чтобы острия булавок почти касались стеклянного цилиндра.

На деревянной стойке укреплен натиратель, состоящий из мягкой подушечки, обтянутой шелком. Подушечка прибивается к деревянной стойке и сильно нажимает на стеклянный цилиндр. Цилиндр прикрыт сверху

лоскутком шелка, прикрепленным к натирателю.

Когда цилиндр вращают за рукоятку, он от трения о подушку наэлектризовывается, заряд переходит на острия булавок и при поднесении пальца руки к шарику из последнего выскакивает искра.

Чтобы обнаружить электрический заряд, строят прибор, называемый «электроскопом» (рис. 2).

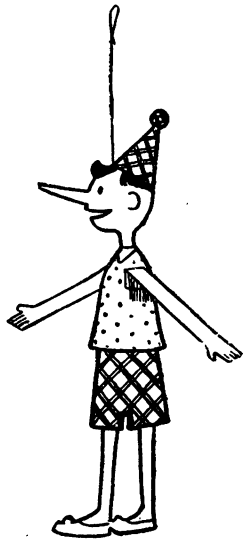


Рис. 2. «Электрический человек» (электроскоп).

Из картона вырезают фигуру человека. Полученную фигуру оклеивают станиолем и на уровне плеча делают сквозной прорез ножом, куда вставляют руки, сделанные из тонкой папиросной бумаги.

Фигурку подвешивают к какой-нибудь стойке на шелковой ниточке и соединяют с шариком машины. При вращении машины человечек раскидывает руки в стороны. Если же человечка тронуть пальцем, руки опустятся.

Легко сделать и «электрического паука» (рис. 3). Из пробки или, что еще лучше, из сердцевины бузины вырезают тело паука, раскрашивают его яркими красками и прикрепляют к туловищу паука ноги, вырезанные из тонкой папиросной бумаги. Затем паука привязывают на шелковую нитку, которую соединяют с шариком машины. При вращении машины паук затанцует своими бумажными ногами.

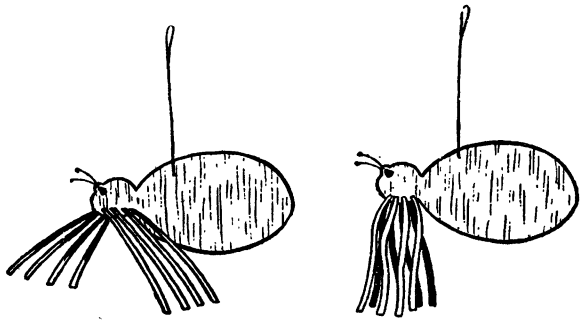


Рис. 3. «Электрический паук».

«Электрический цветок» (рис. 4) делается так. На проволоке укрепляют шарик из воска и оклеивают его станиолем. В шарик втыкают несколько цветных проволочек (обычная медная проволока, обтянутая цветной бумагой) так, чтобы получилась сердцевина цветка. Вокруг шарика приклеивают лепестки из папиросной цветной бумаги, которые скрывают внутренность цветка. Затем цветок укрепляют на сургучной палочке и соединяют с шариком машины. Вращая машину, вы увидите, как на ваших глазах распускается цветок.

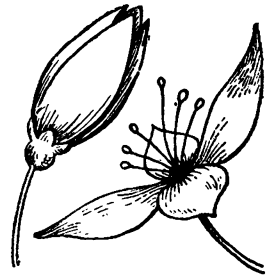


Рис. 4. «Электрический цветок».

Чтобы сделать «электрическую карусель» (рис. 5), надо на острие толстой медной проволоки надеть наперсток. К наперстку прикрепляют три отрезка медной проволоки, которые располагают крестообразно. К заостренным концам проволочек подвешивают

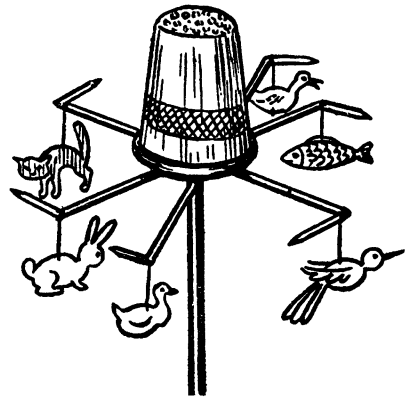


Рис. 5. «Электрическая карусель».

какие-нибудь занятные фигурки, вырезанные из папиросной бумаги.

Вся установка должна находиться в равновесии и легко вращаться. Укрепив карусель на сургучной палочке, соединяют ее с шариком машины. При вращении машины карусель придет в движение.

Все описанные выше опыты проделываются при помощи электрической машины. Для дальнейших же опытов электрический заряд, даваемый нашей машиной, недостаточен. Чтобы его увеличить, необходимо построить накопитель электричества —

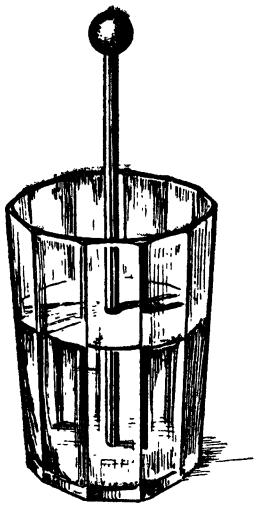


Рис. 6. Накопитель электричества (Лейденская банка).

Лейденскую банку (рис. 6). Для ее изготовления берут чайный стакан из хорошего стекла, оклеивают его снаружи и внутри станиолем так, чтобы станиоль не доходил до краев стакана на 25—30 *мм*. Приклеивают станиоль к стеклу или шеллачным лаком или яичным белком.

Внутрь стакана вставляют картонный кружок с отверстием в центре, в которое продевают отрезок медной проволоки с шариком на конце. Медная проволока должна соединиться внутри стакана со станиолем.

Шарик делают из дерева и оклеивают станиолем.

Соединив внешнюю обкладку стакана с землей, например водопроводной трубой, а шарик Лейденской банки с шариком машины и поднеся после 40—50 оборотов машины палец к шарику Лейденской банки, мы получим сильный удар и большую искру, достаточную для дальнейших опытов.

Интересным получается опыт с «электрическим стрелком» (рис. 7).

Из плотного картона вырезают фигуру охотника, целящегося в птичку, которая сидит на ветке дерева. Из картона же вырезают силуэт дерева с отставленным в сторону сучком. За этим деревом ставят укрепленную на подставке тонкую стеклянную трубочку, на конец которой кладут металлический шарик (можно крупную дробинку). К шарику приклеивают вырезанную из картона птичку. Шарик должен лежать на трубке так, чтобы он мог падать от малейшего толчка.

К дулу ружья охотника с задней, не видимой зрителям стороны, прикрепляют гвоздик, который должен слегка выдаваться из дула ружья.

Поставив охотника на расстоянии 3—4 *мм* от кончика ружья до птички и приблизив к гвоздику в стволе шарик Лейденской банки, мы получим искру, и подстреленная птичка упадет с дерева.

Для опыта «Пожар от молнии» (рис. 8) из папиросной бумаги вырезают домик с башней. Вдоль башни сверху донизу приклеивают полоску станиоля. Над башней она должна выдаваться на 5—6 *мм*; снизу башни полоска станиоля не должна доходить до основания на 1—2 *мм*.

Домик ставят на кусочек материи, смоченной бензином или, еще лучше, эфиром. Поднеся к острию башни шарик Лейденской банки, мы получим искру, от которой вспыхнут пары бензина, и домик сгорит.

В проведении и оформлении технического вечера большое значение имеет эмоциональная сторона, занимательность опытов, живое

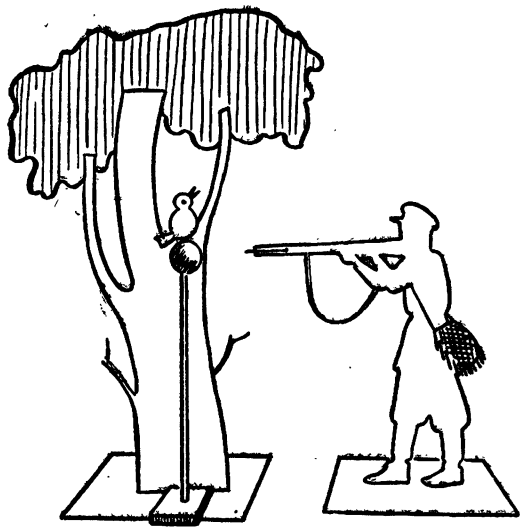


Рис. 7. «Электрический стрелок».

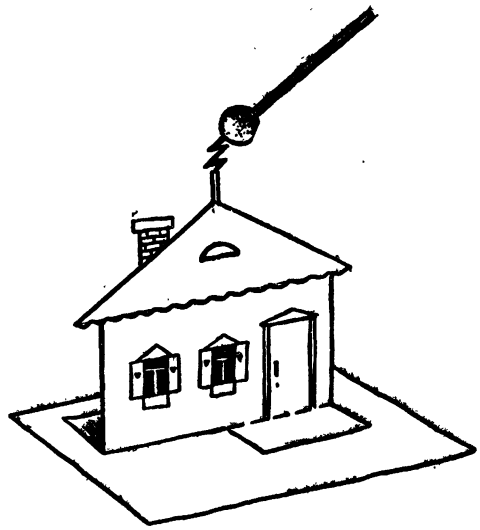


Рис. 8. Пожар от молнии.

изложение докладов. Доклады обязательно должны иллюстрироваться плакатами, схемами, диапозитивами, опытами.

В практике работы преподавателей физики применяются и такие приемы: при показе некоторых занимательных опытов зрителям предлагается самим дать объяснения этих опытов, решить простейшие занимательные задачи на сообразительность.

До начала вечера и в перерывах учащиеся, приглашенные на вечер, осматривают выставку самодельных приборов, альбомы, стенгазеты, плакаты, посвященные теме вечера, научно-популярные книги и журналы.

На вечере устраиваются и состязания в решении задач, конкурсы на лучшее решение технической головоломки или на сборку какой-либо электротехнической схемы из готовых деталей (например, модель электромотора, телеграфа, звонка из деталей школьного набора по электромагнетизму или из деталей «Электроконструктора»). Победителям вручаются премии.

Иногда проведение таких вечеров организуется в плане «развлекательных» вечеров или сводится к показу своего рода «фокусов» из различных разделов физики. Необходимо избегать этих ошибок. Технические вечера должны проводиться на строго научной основе, а демонстрация и объяснение опытов действительно расширять общеобразовательный кругозор учащихся.

Среди многочисленных опытов, которые могут быть показаны на вечере занимательной физики, наиболее интересны опыты с токами высокой частоты, с жидким воздухом, магнитами, с воздушным насосом, с кипятильником Франклина, фотореле и бесчисленное множество других.

При организации вечера большая роль принадлежит ведущему, поэтому он должен тщательно подготовиться, уметь правильно объяснить любой опыт и ответить на любой вопрос.

Темы вечеров могут быть самыми разнообразными. Вот как проходил в одной из московских школ вечер на тему «Физика за чайным столом».

В центре комнаты был накрыт стол. С большим искусством участники вечера расставили на столе чашки с блюдцами, вазочки с сухарями, сахаром, конфетами, кипящий никелированный чайник с деревянной ручкой. Вечер открыл староста кружка.

«Все, что нас окружает, и все, что вокруг нас происходит, — сказал он, — объясняется законами природы. На уроках физики и в кружке мы многое узнали, и сегодня за чайным столом давайте подумаем над тем, что нас окружает. Почему все эти знакомые нам вещи, — он указал на стол, — имеют определенную окраску и форму, на каких физических законах основаны их действия?»

Еще задолго до вечера школьники начали к нему готовиться: читали книги и журналы, проводили опыты, готовили вопросы. Теперь вопросы задавались наперебой.

Почему поверхность чайника блестящая? Почему у чайника деревянная ручка? Зачем чай наливают в блюдце? Какое физическое явление происходит, когда в чай кладут сахар?

В разгаре вечера один из стаканов с треском лопнул. Возник новый вопрос — почему в стакан кладут ложку перед тем, как налить кипяток?

Всего на вечере было задано свыше сорока вопросов: о ложках и чашках, о ноже и щипцах, о хлебе и сухарях, о сахаре и кипятке и т. д.

Школьники с большим увлечением отвечали на все вопросы. Наиболее активным участникам вечера были вручены памятные подарки. Вечер прошел весело и занимательно, а главное, убедительно показал, как на практике, в окружающей нас жизни, можно применить законы физики.

Одной из многих форм массовой работы кружков является организация **встреч со специалистами**, которые проводятся в школах и домах пионеров под разными названиями: «Хочу все знать», «Юный техник», «Наука и жизнь» и т. д. На этих встречах кружковцы знакомятся с историей развития техники, с работами русских и советских ученых и изобретателей, с достижениями советской техники и с людьми, создающими передовую отечественную аппаратуру.

Каждую из таких встреч можно подчинить определенной теме. В Московском городском доме пионеров проводились, например, встречи по радиотехнике на темы: «По страницам истории радиотехники», «Электрический глаз» (о фотоэлементах), «В мире застывших звуков» (о звукозаписи), «Смотрите! Показывает Москва» (о телевидении) и т. д.

Вот как проходила встреча «Сердце современной радиотехники», знакомящая школьников с работой электронной лампы и ее применением.

Большой зал. На сцене вдоль стен на длинных столах установлена различная радиоаппаратура и висит экран. В центре сце-

ны — небольшой стол с микрофоном для выступающих. Вечер открывает инженер-радиоспециалист. Он знакомит пионеров и школьников с историческими знаменательными датами из области радиотехники, коротко рассказывает, как осуществлялась связь до появления радиолампы.

Участникам встречи демонстрируется в действии установка А. С. Попова (индукционная катушка — грозоотметчик). Рассказ ведущего иллюстрируется фрагментами об опытах Попова из кинофильма «Невидимые волны» (1-я часть).

Затем ведущий предоставляет слово учителю физики, который рассказывает о появлении радиолампы; на опытах и с помощью научно-популярного кинофильма («Физические явления в электровакуумных приборах») показывает принцип действия простейшей радиолампы, говорит об изготовлении этой лампы на заводе. На экране видны просторные цехи электролампового завода. Этап за этапом раскрывается интересный процесс рождения радиолампы. Кинопленка знакомит юных радиолюбителей с процессами производства радиоламп и с людьми завода — рационализаторами и передовиками производства.

Но вот в зале снова вспыхивает свет, и перед собравшимися появляется один из рабочих завода. Он словно сошел с экрана, минуту назад его еще видели в кинофильме. Живо и образно рассказывает он о заводе, о своей работе, о жизни и учебе своих товарищей.

Ведущий обращает внимание собравшихся на стол, где установлены развернутые блоки, демонстрирующие радиовещательный тракт: микрофон, модулятор, генератор, приемник, громкоговоритель.

Перед микрофоном один из старейших дикторов Всесоюзного радио. Он рассказывает о работе в студии, о том, как ведутся передачи из концертных залов и театров. Выступление диктора одновременно передается на блоки и слышно через громкоговорители. На блоках в такт со словами диктора вспыхивают неоновые индикаторы.

О следующих блоках радиовещательного тракта продолжает рассказ один из конструкторов радиозавода. Он знакомит юных техников с принципом действия каждого блока, с применяемыми в них радиолампами, показывает промышленные образцы передающей и приемной аппаратуры.

На сцену выходит юный радиоконструктор; в руках у него небольшой походный приемник. Он говорит об истории создания этого приемника, над которым он работал целый год. Приемник демонстрируется в действии. Юного радиоконструктора сменяет сотрудник института точного времени. В популярной форме он повествует о применении радиолампы в лабораториях института.

Затем на сцену выходит врач. Начинается рассказ о применении радиолампы в медицинских аппаратах, о радионаркозе, о записи работы сердца, о больших исследовательских работах, ставящих радиотехнику в нашей стране на службу человеку.

Встречи со специалистами, работниками той или иной отрасли промышленности очень интересны и являются отличной формой массовой работы с юными техниками.

Очень важно перед началом встреч, когда собираются сотни юных техников, проводить различные игры, соревнования, конкурсы или викторины, а в заключение встречи победителям торжественно вручать призы.

Встречи знакомят юных техников с различными профессиями, со знатными людьми нашей страны. В план встреч желательно включать краткие сообщения о делах юных техников, о новых книгах. Очень часто такие встречи являются следствием экскурсий юных техников на производство.

Производственные экскурсии имеют большое познавательное, воспитательное и политехническое значение.

Экскурсии дают возможность кружковцам ознакомиться с различными производствами, ясно представить, как в сложных производственных процессах преобразуются механические, тепловые, электрические, химические и биологические явления. На экскурсиях юные техники видят самую передовую в мире советскую технику, встречаются с новаторами производства, знакомятся со многими специалистами.

При осмотре и наблюдении за работой «настоящих» машин у них обязательно возникает вопрос: а каков принцип действия этой машины и нельзя ли сделать в кружке модель такой машины. Приборы, машины и станки большого производства являются неисчерпаемым источником для выбора тематики моделирования.

Как показывает опыт, организация экскурсий на производство не представляет непреодолимых трудностей для кружка в количестве 20 — 25 человек. Администрация и партийные организации завода охотно предоставляют эту возможность.

Перед проведением экскурсии руководителю кружка вместе со старостой необходимо самому посетить производство и составить подробный план проведения экскурсии, чтобы правильно отобрать производственные объекты для осмотра. Так, если экскурсия организуется для машиностроительного кружка, то внимание кружковцев надо прежде всего обратить на три основные части машины: двигатель, передаточный механизм, исполнительный механизм.

Обычно кружковцы, имея в основном представление о двигателях и исполнительных механизмах, очень плохо представляют себе системы передаточных механизмов. Затем надо обратить внимание на то, что все двигатели в машинах превращают энергию из одного вида в другой (закон превращения и сохранения энергии). Руководитель знакомит кружковцев и со способом контроля за работой машин, системами регулировки (центробежным регулятором, маховиком и т. д.).

Большое внимание уделяется наблюдению за работой рабочих, за организацией рабочего места, за культурой работы передовиков и скоростников.

Если поблизости нет крупных производственных предприятий, то в качестве объектов для экскурсий можно использовать более мелкие предприятия: фабрики, мастерские, гаражи, авторемонтные мастерские. Примерные объекты экскурсий и их тематика приводятся в «Приложении».

После проведения экскурсии кружковцам дается задание оформить письменный отчет о всем виденном на экскурсии, подобрать в качестве иллюстраций чертежи, рисунки и т. д. Если в экскурсиях участвовали не все члены технического кружка, то рекомендуется поставить отчет кого-либо из кружковцев, посетивших предприятие, на общем собрании кружка. Интересно также выпустить технический бюллетень, оформить стенд с образцами изделий или деталей, характеризующих производство, на которое проводилась экскурсия, построить действующие модели.

Экскурсия на производство, на машинно-тракторную станцию или в гараж должна послужить началом овладения юными техниками настоящими машинами. Нередки случаи, когда после таких экскурсий организуются кружки юных автомобилистов, трактористов, комбайнеров, юных электромонтеров и т. д. прямо на производстве. Это очень важные кружки, к созданию которых руководитель должен всегда стремиться.

Очень важно проводить экскурсии и на те предприятия, где можно ознакомить кружковцев с основами энергетики, превращением энергии, способами передачи энергии, основами машиностроения, холодной и горячей обработкой металлов, транспортными и сельскохозяйственными машинами, основами связи и автоматики. Органическим дополнением производственных экскурсий являются просмотры кинофильмов.

Возможности кино безграничны. Кино позволяет учащимся узнать все многообразные явления природы, от микроскопических частиц вещества до таких грозных сил, как извержение вулканов, совершать увлекательные экскурсии в любую страну мира. Кино позволяет воочию видеть грандиозный размах социалистического строительства, величественный труд советских людей, орошение и освоение бесплодных пустынь и степей и т. д.

В связи с этим во многих школах нашей страны появилась новая форма массовой работы — **кинолекторий.** Этот вид работы имеет в виду не только просмотры больших полнометражных фильмов, но и показ диапозитивов, диафильмов и различных иллюстративных материалов из книг и журналов с помощью проекционного фонаря, аллоскопа и эпидиаскопа.

Демонстрация диапозитивов и диафильмов имеет перед демонстрацией кинофильма то преимущество, что диапозитив и кадр из диафильма может быть задержан на экране, что дает возможность учителю или лектору остановиться более подробно на теме кадра.

Приведем наиболее характерные формы киноработы во внеклассной и внешкольной работе.

В работе с младшим школьным и пионерским возрастом можно использовать диапозитивы и диафильмы на темы любимых книг и сказок. За последние годы во многих домах пионеров и клубах регулярно работают так называемые пионерские кинотеатры «Звездочка», «Светлячок» и другие, в которых не реже одного раза в неделю показываются самые разнообразные диафильмы детской тематики.

Особенностью таких школьных кинотеатров является то, что они обслуживаются самими детьми, дают простор проявлению их самостоятельности. Они и билетеры, и киномеханики, и зрители. Как правило, после сеанса под руководством педагога проводится обсуждение просмотренного материала, где выступают юные зрители.

Во многих школах перед киносеансом практикуется проведение кинолекции. Тематика кинолекций может быть самая разнообразная: общеобразовательная, на темы дня, углубляющая и расширяющая школьный материал и т. д. Кинолекции в отличие от обычного киносеанса состоят из двух частей: вступительного слова или лекции педагогов и материала, демонстрируемого на экране. Кинолекции могут быть объединены в тематические киноциклы на различные темы.

Весьма целесообразна организация кинолектория, имеющая задачу помочь учащимся в подготовке к экзаменам, в укреплении и углублении знаний учащихся по основам наук.

Например, тема «Звук», изучаемая в школе, может быть дополнена фильмом «Ультразвук», о котором в школьной программе по физике сказано чрезвычайно мало. Тема «Свет» — фильмом «Новые источники света». Тема «Теплота» — фильмом «Двигатель внутреннего сгорания» и т. д. Аналогично приведенному примеру могут быть разработаны темы кинолектория по всем вопросам науки и техники.

Большие общественно-политические события в жизни нашей страны могут быть отмечены проведением кинофестивалей.

Широкое развертывание кинаработы требует наличия кадров учащихся, хорошо знакомых с проекционной киноаппаратурой.

Одной из основных задач физико-технического кружка школы является подготовка кадров киномехаников. Это могут быть краткосрочные курсы с узкой тематикой, закончив которые учащийся получает минимум практических знаний, необходимых для работы с киноаппаратурой.

Программа может быть разработана для изучения всех видов кинопроекционной аппаратуры, употребляемой в школе, или только одного типа аппарата, например аллоскопа или эпидиаскопа.

Учащиеся, закончившие такие курсы, окажут огромную помощь педагогу, пионерской организации, школе, демонстрируя диапозитивы и кинофильмы на уроках и на занятиях кружка.

В «Приложении» дается проект программы кружка по изучению проекционной, немой узкопленочной аппаратуры.

Одной из форм массовой работы является проведение различных **конференций**, например по школьному радиовещанию. Известно, что школьное вещание помогает советской школе в ее повседневной работе, содействует закреплению знаний учащихся, связывая их с жизнью страны, с практикой. Правильно организовать работу школьного узла — большая и ответственная задача.

Конференция содействует развитию школьного радиовещания, развертывает обмен опытом работы редколлегий школьных радиопередач, оказывает помощь творческим коллективам школ в оборудовании своих радиоузлов, в правильной организации школьного вещания. Повестка дня такой конференции включает доклады ответственных работников радиовещания, выступления дикторов, сообщения представителей радиофицированных школ. Школьники рассказывают о работе своих узлов, о лучших радиопередачах и тут же, с помощью звукозаписи, воспроизводят одну из характерных передач. Ряд выступлений посвящается самодельному оборудованию школьного узла.

Следует сказать, что организация конференции по школьной радиофикации и ей подобных требует тщательной подготовки. Необходимо выявить лучшие радиофицированные школы, побывать там во время передач и одну из них записать на пленку. Очень важно познакомиться с лучшими самодельными узлами в школах, побеседовать с их строителями, узнать планы дальнейшего усовершенствования оборудования узла. В день работы конференции необходимо открыть выставку образцов промышленных трансляционных узлов и оборудования, а также лучших самодельных узлов, показать типовое расписание работы узла, аппаратный журнал, материалы отдельных радиопередач.

Нельзя забывать и об организации консультаций по вопросам радиовещания и оборудования школьной студии.

Подобные конференции могут проводиться и по другим вопросам, например читательские конференции, научно-технические и т. д.

Интересной формой массовой работы по радио являются **походы-соревнования.** Цель этой массовой игры — показать учащимся применение радиосвязи в полевых условиях, научить их находить удобное место для приемника, уметь правильно и быстро установить антенну и заземление.

Большой опыт проведения таких походов накоплен в Воронежском дворце пионеров. В назначенный день участники похода с простейшими приемниками собираются в одной из школ. Здесь в специальных пакетах им вручается задание с маршрутом. Получив пакет, участник похода сдает свой при-

емник для проверки. Затем все приступают к выполнению заданий. Побеждает та команда, которая произведет в указанное в задании время запись передачи местной радиостанции, осуществит прием других советских радиостанций и первой доставит донесение в организационный комитет игры.

Соревнования являются обязательной формой массовой работы судомоделистов и авиамоделистов. Внутрикружковые соревнования организуются руководителем кружка по окончании прохождения программы. В этих соревнованиях принимают участие все моделисты, закончившие полностью строительство своих моделей.

В судейскую коллегию таких соревнований желательно привлекать преподавателей физики, инженеров и техников соседних предприятий и учебных заведений, а также офицеров флота и авиации.

Для проведения соревнований руководитель кружка заранее разрабатывает условия соревнования. Для кружков при пионерских лагерях условия соревнований составляются в начале смены. При составлении условий соревнований руководители должны придерживаться программы кружка и положения о вышестоящих соревнованиях моделистов.

Программу соревнований и судейскую коллегию в составе 3 — 5 человек должен утверждать директор школы или начальник пионерского лагеря.

Соревнования проводятся на личное первенство между членами кружка по однотипным классам моделей. Они включают:

а) стендовые испытания (оценка технической грамотности и качества изготовления моделей);

б) ходовые или летные испытания (для судомоделистов на скорость, дальность и устойчивость на заданном курсе).

Перед началом соревнований судья выстраивает всех участников и объявляет им порядок соревнований, который предусматривает очередность и условия испытания моделей (по классам) на старте и стенде.

Итоги проведенных соревнований подводятся на собрании кружка или сбора пионерского отряда. На этом же сборе можно вручить премии победителям и объявить список моделей, допущенных к межкружковым (общешкольным или лагерным) соревнованиям.

Межкружковые соревнования организуются в такой же последовательности, как и кружковые. Но в отличие от них в этих соревнованиях проводится командное (кружковое) и личное первенство. В результате межкружковых соревнований производят отбор лучших моделей на районные (городские) соревнования. При организации соревнований большое внимание уделяется выбору и подготовке места соревнований. Так, для юных судомоделистов, например, очень важно правильно выбрать акваторию.

Выбор акватории и оборудование стартов для запуска моделей судов является одним из важнейших вопросов подготовки к соревнованиям юных судомоделистов.

Водоем и особенно та его часть, где будут проходить соревнования, должны быть со спокойной водой или иметь небольшое течение.

Водоем должен быть расположен вдали от больших строений, лесных массивов, с тем чтобы для запуска парусных моделей было обеспечено ровное и постоянное направление ветра.

Размер водоема должен позволять разместить дистанции для запуска моделей на расстоянии от 50 до 100 *м* в различных направлениях. Желательно, чтобы прибрежная полоса акватории имела по возможности низкие пологие берега.

Необходимо учесть и размещение зрителей.

До начала соревнований надо разместить на акватории фарватеры, старты и ограждения; изготовить стартовые плоты и буйки; обеспечить на акватории необходимые спасательные средства: шлюпки, круги, пояса; подготовить место для хранения моделей и выставки.

На рисунке 9 изображено оборудование акватории и показана расстановка буйков, на этом же рисунке изображено устройство буйка, изготовленного из двух консервных банок.

Организация авиамодельных соревнований имеет много общего с соревнованиями юных судомоделистов. Основным участником всех соревнований является команда.

Команды комплектуются из двух возрастов: младшая — до 16 лет — и старшая. Младшие авиамоделисты выступают с наиболее простыми по конструкции моделями, а старшие — с более сложными.

В соревнованиях для каждого типа и класса летающих моделей существуют свои строгие технические правила и указания. Особые требования предъявляются к запуску (старту) моделей. В правилах учитываются усло-

вия местности, погоды, наличие восходящих потоков и т. д.

Соревнования авиамоделистов устраиваются ежегодно: зимой и летом.

Зимой соревнования проводятся в закрытых помещениях и устраиваются для комнатных моделей. В них принимают участие главным образом младшие авиамоделисты. Модели оцениваются по продолжительности их полета. Летом соревнования проводятся по всем типам и классам авиационных моделей.

Основными показателями в этих соревнованиях являются: дальность полета, высота полета, продолжительность полета, скорость подъема на заданную высоту, маневренность (для управляемых моделей), а также качество моделей и наличие элементов новизны в их конструкции.

В результате соревнований выявляются лучшие модели и спортсмены, показатели заносятся в таблицы достижений летающих моделей.

Итоги проведенных соревнований подводятся на собрании кружка, на сборе пионерского отряда, а в некоторых школах и домах пионеров — на слете.

На слете организуются: выставка моделей; выступления специалистов, представителей общественных и комсомольских организаций, юных моделистов; демонстрация моделей и короткометражных фильмов; викторина.

По возможности на слет следует пригласить Героев Социалистического Труда и Героев Советского Союза, лауреатов Сталинской премии и инженеров, летчиков и моряков. Юные моделисты, знакомясь со знатными людьми, слушая их рассказы о работе на заводах и в научно-исследовательских институтах, учатся у них работать, стараются стать похожими на своих старших товарищей.

Значительное преимущество перед другими формами внеклассной работы имеют олимпиады, так как они организуют большое количество учащихся разных возрастов.

Олимпиады — это своеобразные соревнования на лучшие знания по технике, по основам наук, на умение применять знания в практической жизни. Содержание олимпиад должно отвечать основным учебно-воспитательным задачам школы и в особенности задачам политехнического обучения. Олимпиады должны помогать учащимся приобретать практические умения, трудовые навыки. Вся работа по проведению олимпиад должна развивать у учащихся интерес к предмету, к технике, к техническому творчеству.

Олимпиады, как правило, проводятся в два тура.

Задания ПЕРВОГО ТУРА должны включать:

1. Две-три задачи с техническим содержанием (при этом решение одной задачи должно сопровождаться проведением опыта, наблюдением над работой какого-либо механизма, прибора, машины).

2. Задание на самостоятельное изготовление прибора или модели с представлением чертежей и описания прибора (модели).

Рекомендуется также включать в задания первого тура вопросы по технике. Учащимся предоставляется при этом возможность сопровождать свои ответы различными иллюстрациями — схемами, таблицами, коллекциями, моделями и т. п.

Во ВТОРОМ ТУРЕ задание на изготовление моделей и приборов не дается. В задание этого тура включается решение двух-трех задач и проведение практической лабораторной работы с самостоятельным подбором и монтажем необходимых приборов. Объем отдельных заданий по второму туру должен быть таким, чтобы участники олимпиады могли выполнить всю работу за два-три часа, не больше.

Выполняя самостоятельную работу, участники олимпиады проводят опыты, производят необходимые измерения и вычисления, дают описание и объяснение хода работы и полученного результата.

Необходимо особое внимание уделять проведению разнообразной массовой работы, имеющей целью привлечь внимание учащихся к разрешению различных вопросов, поставленных олимпиадой, и помочь ее участникам подготовиться к самостоятельному практическому решению задач. Для этого следует проводить лекции о достижениях советской науки и техники, встречи с новаторами различных производств, беседы о профессиях, экскурсии на производство, демонстрации научно-популярных фильмов. С этой же целью для участников олимпиады организуются групповые и индивидуальные консультации.

Успех олимпиады зависит прежде всего от массового и творческого участия в ее проведении учителей и руководителей кружка. Поэтому все они должны широко привлекаться к работе оргкомитетов: к разработке положений об олимпиадах, к состав-

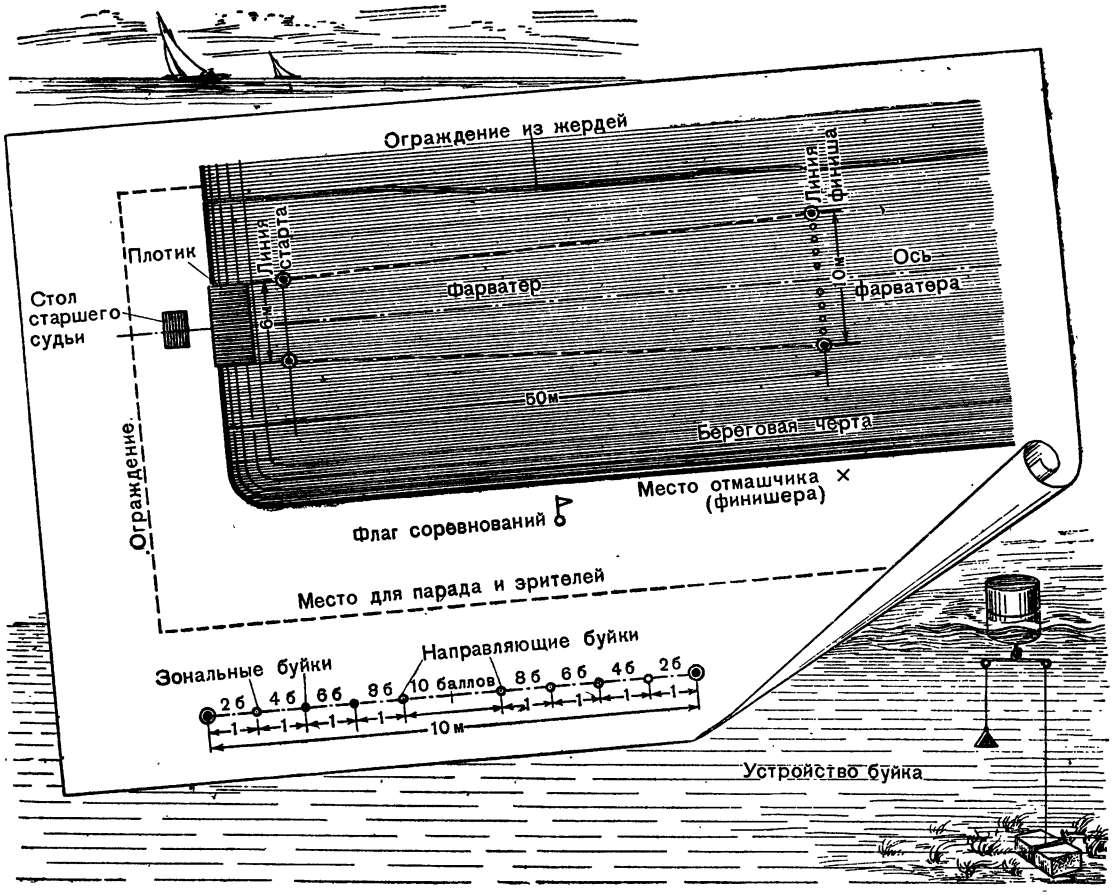


Рис. 9. Акватория.

лению задач и вопросов, к планированию и проведению массовых мероприятий. Большую помощь в привлечении внимания учителей к проведению олимпиады могут оказать институты усовершенствования учителей.

Участниками олимпиады могут быть все желающие школьники с 6-го по 10-й класс.

Все работы по первому туру выполняются учащимися заочно: ученики дома решают задачи, изготовляют модели и приборы. Если в школе есть мастерская, то учащимся следует предоставить возможность пользоваться ее оборудованием и инструментами для проведения практических работ.

По окончании первого тура олимпиады школьная оргкомиссия проверяет правильность решения задач, проводит оценку сочинений, докладов и рефератов, качества изготовленных приборов, их описаний и чертежей. Ошибки и недочеты, допущенные учащимися, обязательно рассматриваются учителем вместе с участниками олимпиады и исправляются.

Оценка работ осуществляется по очковой, обычно пятибалльной, системе в соответствии с условиями, установленными Положением (обычно за правильное и полное решение начисляется 5 очков, за правильное, но неполное решение или решение с незначительными погрешностями — 4 очка, за посредственное решение — 3 очка, за неверное решение — 0 очков. За представление решения задач для более старшего класса дополнительно к начисленным очкам добавляется 8 — 10 очков).

Учащиеся, получившие не менее 50% возможного количества очков, допускаются к участию во втором туре.

Второй тур олимпиады проводится очно, в форме контрольной работы, одновременно для всех участников олимпиады, заслуживших право участия в этом туре. При значи-

тельном количестве участников их можно разбивать на группы и собирать каждую группу отдельно в разное время или в разных местах.

После проведения второго тура школьная оргкомиссия выявляет победителей олимпиады — учащихся, набравших наибольшую сумму очков по оценкам обоих туров. На итоговом вечере, посвященном олимпиаде, им вручаются призы и грамоты. Итоги олимпиады отмечаются в стенной печати, проводятся выставки. Лучшие работы учащихся, изготовленные по заданиям к олимпиаде, — учебные пособия, приборы, модели — представляются на выставку.

«Пионерский завод». В 1955 году при Московском городском доме пионеров начал работать «Пионерский завод», как его назвали сами ребята.

Это необычный завод: вся администрация завода, начиная от директора завода до начальников цехов, и все рабочие — пионеры и школьники города Москвы.

Пионерский завод выпускает двухламповые походные радиоприемники и передает их главным образом в те школы, которые посылали на завод для работы свои бригады учеников-радиолюбителей. Обычно бригада состоит из четырех человек, один из них — бригадир.

На пионерском заводе все организовано, как на настоящем большом предприятии. Юные мастера работают в нескольких цехах завода: столярном, механическом, монтажном, подготовки, наладки и других.

Всего на заводе семь цехов. Последовательно переходя из одного цеха в другой, учащиеся получают много новых полезных трудовых навыков и знаний.

Но главное — они знакомятся с организацией работы на коллективном предприятии, с производственными процессами, заводской технологией.

Изготовление приемника на пионерском заводе ведется по специальным технологическим картам, которые составляются в конструкторском бюро с помощью взрослых специалистов на каждый вид работы. Так, изготовление ящика для приемника включает восемь операций, а сборка приемника производится за двенадцать операций и т. д.

Производство приемников на заводе поточно-серийное. Оно начинается в столярном цехе, где из фанеры и досок изготовляются ящики для приемников. В механическом цехе к ним навешивается различная арматура, здесь же изготовляются шасси для приемников.

Затем изготовленные и покрашенные ящики и шасси передаются в цех подготовки. Здесь на шасси укрепляются все необходимые радиодетали и производится комплектация проводников, сопротивлений и конденсаторов, необходимых для монтажа приемника.

Полная сборка приемника по принципиальным и монтажным схемам производится в монтажном цехе, после которого готовые приемники поступают в цех наладки и выпуска.

В этом цехе производится испытание приемников на измерительных приборах и налаживание их в случае необходимости. В цехе выпуска приемники снабжаются техническими паспортами, которые составляются на основании опробования приемников на специальных электронных приборах.

Работой на всех производственных процессах руководят юные техники (радиолюбители), хорошо освоившие радиодело. В каждом цехе есть начальник цеха и его помощник. Работа завода возглавляется детской «администрацией» во главе с «директором завода». В состав администрации входят заместители директора, диспетчеры, цеховые инженеры. На заводе есть свое конструкторское бюро, возглавляемое главным конструктором завода. Каждый из руководителей производства имеет на заводе свои права и обязанности.

Большой, светлый монтажный цех завода. Здесь за рабочими столами, оборудованными всеми необходимыми инструментами и приспособлениями, работает несколько десятков юных техников. Каждый из них выполняет определенные рабочие операции согласно технологическим картам и схемам. Кто же следит за их работой и помогает в тех случаях, когда это необходимо? Это делает начальник цеха. Он отвечает за качество выпускаемой из цеха продукции и за выполнение производственного плана. Он же следит за пооперационным контролем. Его помощник занят подготовкой необходимого резерва материалов, деталей и передачей готовой продукции в следующий цех.

Юные техники должны освоить в каждом цехе все рабочие операции. Это делается по специально составленному графику, а следит за этим «администрация» цеха.

Посмотрим, что делается в диспетчерской и конструкторском бюро завода. Чем заняты «сотрудники» этих отделов? Кон-

структор завода и его бюро следят за разработкой нового приспособления — кондуктора для сверления отверстий в заготовках шасси. Зачем это понадобилось? Дело в том, что диспетчер завода сообщил дирекции о задержке производственного цикла в механическом цехе. Цех систематически не выполнял план и задерживал работу подготовительного цеха. Выяснилось, что положение можно исправить только введением приспособления, ускоряющего разметку и сверление отверстий. Дирекция завода немедленно дает распоряжение конструкторскому бюро, и сейчас все конструкторы заняты этой серьезной работой.

На заводе существует производственная программа, установлены контрольные сроки выпуска продукции, строгое расписание (график) работы завода и даже табельная доска. Вход на завод разрешен только по специальным пропускам.

Работа Московского пионерского завода показала исключительно важное значение этой новой формы массовой работы по технике. Учащиеся здесь получают не только новые знания, навыки и умения, но и готовятся к будущей творческой деятельности в качестве руководителей школьных кружков.

Кроме этого, завод оказывает большое воспитывающее влияние. Он знакомит учащихся с организацией труда на производстве, с деловыми взаимоотношениями, существующими между отдельными производственными цехами. Работа на заводе воспитывает у пионеров и школьников социалистическое отношение к труду и культуру физического, умственного труда.

Наконец такая игровая форма массовой работы по технике создает романтику в работе, которой так еще недостаточно в пионерских организациях.

Как же был организован Московский пионерский завод?

Прежде всего на заводе подготовили все необходимые инструменты и материалы, разработали конструкции приемников и технологические карты по их изготовлению. Затем по школам было объявлено о наборе «рабочей силы» на завод. Отбор рабочих бригад продолжался около двух недель. На завод, как правило, принимались учащиеся 7—8-х классов, которые уже были знакомы с элементами электротехники.

Первые занятия рабочих завода представляли собой своеобразную техническую учебу.

Проводились занятия по радиотехнике и практические работы в столярных, слесарных и монтажных мастерских. В специально оборудованных лабораториях участники завода овладевали навыками обращения с измерительными приборами.

Эта подготовительная работа продолжалась полтора месяца, по два занятия в каждую неделю.

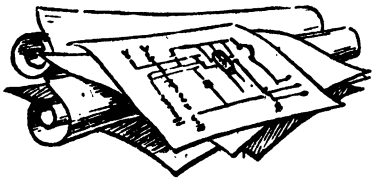
В процессе технической учебы и производственной практики учащиеся научились правильно обращаться с инструментами, обрабатывать материалы и изготовили для оборудования рабочих мест на заводе различные подставки, готовальни, простейшие станочки и т. д.

И только после этой учебы началась нормальная работа завода по графику. Завод работал два раза в неделю по два часа, но, несмотря на это, с конвейера завода ежемесячно выходило до ста приемников.

Трудно ли организовать подобные детские заводы при домах пионеров или школах? Конечно, нелегко, но вполне возможно. И во многих городах нашей страны уже приступают к организации подобных заводов.

Опыт первого пионерского завода в Московском городском доме пионеров показывает, что такую форму массовой работы с юными техниками можно провести повсеместно.

ПРИЛОЖЕНИЯ



ПРИЛОЖЕНИЕ 1

ТИПОВОЙ ПЕРЕЧЕНЬ ОБОРУДОВАНИЯ НА 15 РАБОЧИХ МЕСТ

№ п/п.	Наименование	Рабочий уголок	Рабочая комната
		количество	
	I. Оборудование		
1	Станки токарные по металлу	—	1
2	Станки токарные по дереву	—	1
3	Станки сверлильные настольные	—	1
4	Точило наждачное с мотором или точило с ручным приводом	—	1
5	Пила дисковая с мотором	—	1
6	Электролобзик	—	1
7	Верстаки слесарные одноместные	1	3
8	Верстаки столярные	1	3
9	Электрорубанок шириной 60 *мм*	—	1
10	Стол для пайки на 4 места	—	1
11	„ „ монтажных работ (с тисками 6—8 *см*) на 6 рабочих мест	—	1
12	Стол для работы с клеем и красками	—	1
13	Шкаф для хранения инструмента	1	1
14	Полки-стеллажи для хранения изделий общей длиной 10 *м*	—	1
15	Стол для руководителя	—	1
16	Классная доска 125 *см*	—	1
17	Табуреты или стулья	—	16
18	Наковальня малая	1	1
19	Плита разметочная малая	—	1
20	Аптечка	1	1
21	Тиски слесарные средние	1	3
22	„ „ малые настольные	3	6
	II. Инструменты		
1	Комплект слесарн. инструментов	1	3
2	Комплект столярн. инструментов	1	3
3	Дрель электрич. малая	1	1
4	„ ручная „	1	1
5	Коловорот	1	1
6	Измерительные инструменты:		
	1) штангенциркуль	1	1
	2) микрометр	1	1
	3) линейка стальн. 50 *см*	1	2
	4) „ „ 25 *см*	5	10
7	Молотки слесарные 250 *г*	5	10
8	„ „ 500 *г*	2	2
9	Ножовки слесарные	1	3
10	Полотна ножовочные	30	90
11	Ножницы по металлу	1	1
12	Тиски ручные	2	5
13	Угольники металлические	3	5
14	Кернеры	2	5
15	Алмаз для резки стекла	1	1
16	Паяльники электрич.	5	10
17	Струбцинка металлич.	5	10
18	Ключи гаечные раздвижные средние	1	1
19	Ключи гаечные раздвижные малые	2	5
20	Метчики слесарные	—	1 компл.
21	Отвертки 3 размеров	—	30
22	Плоскогубцы	5	10
23	Круглогубцы	5	10
24	Кусачки	5	10
25	Зубила слесарные	5	10
26	Крейцмессеры	—	2
27	Напильники разные по 5 шт.	25	50
28	Надфили разные	10	20
29	Сверла по металлу разные	20	50
30	Резцы для токарного станка (компл.)	—	1
31	Резцы стальные для токарного станка по дереву (комнл.)	—	1
32	Бруски для точки инструментов	1	2
33	Клещи	1	1
34	Лобзики	3	5
35	Пилки для лобзиков	100	200
36	Шерхебели	1	3
37	Рубанки средние	1	3
38	Стамески разные 5—20	5	10
39	Шило прямое	5	10
40	Перки	5	10
41	Пилы лучковые	2	5
42	Полотна для лучковых пил	2	5
43	Ножовка столярная узкая	1	2
44	„ „ широкая	2	4
45	Ножницы для бумаги	2	2
46	Клеянка	1	1
47	Метр складной	1	1

В аптечке технической лаборатории, мастерской или рабочего уголка необходимо иметь следующие медикаменты, перевязочные средства и инвентарь:

Борная кислота (2-процентный раствор)	1 флакон
Иод—настойка (в склянке с притертой пробкой)	1 склянка
Марганцевокислый калий (навеска, готовая к разведению водой)	1 флакон
Спирт нашатырный	1 флакон
Вазелин борный (желательно в тюбиках)	1 тюбик
Капли валерьяновые	1 флакон
Бинты разной ширины стерилизованные	2—3 шт.
Салфеточки марлевые стерилизованные	2 пакета
Пакеты перевязочные индивидуальные	2 шт.
Косынки	2 шт.
Жгут	1 шт.
Булавки безопасные	6 шт.
Градусник медицинский	1 шт.
Пинцет	1 шт.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

ХАРАКТЕРИСТИКИ НАИБОЛЕЕ УПОТРЕБИТЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ

Торговое наименование		Марка материала	Объемный вес	Предел прочности $кг/мм^2$		Охлаждающая среда при закалке	Применяемый припой	Наиболее употребительный сортимент					Примечание
				в состоянии поставки	в закаленном виде			круглое сечение	шестигранное сечение	прямоугольное сечение	трубы	листы	
Чугун		ЧМI, 3 антифрикционный	7,6	50—55	Не калится	—	Оловянный, серебряный, медный	+	—	—	—	—	Поршни, втулки, кольца
Железо		Ст. 10 (ст. 1)	7,8	32	Не калится (цементируется)	—	»	+	+	+	—	+	Сварочная проволока, детали глубокой штамповки, сложной гибки и выколотки заклепки
		Ст. 20 (ст. 2)	7,8	40—55	Не калится	—	»	—	—	+	+	+	Сварные, штампованные детали
		Ст. 25 (ст. 3)	7,8	43	Не калится	—	»	+	+	+	—	—	Малоответственные детали, модели паровых котлов, турбин
Конструкционные стали	Углеродистые	Ст. 45 (ст. 4)	7,8	60	до 90	Масло	»	+	+	+	+	—	Детали конструкции и крепежные детали
		Ст. 50	7,8	45—75	до 180	»	Оловянный	Пруток и проволока от 0,5 до 14 *мм*	—	—	—	—	Ленточные пружины
		Проволока ВС и ОВС	7,8	110—200 в зависимости от ∅ проволоки	Не калится	—	»	Проволока	—	—	—	—	Пружины
Специальные		ЗОХГСА (хромансиль)	7,8	50—75	до 160	Масло	Оловянный, серебряный, медный	+	+	+	+	+	Ответственные узлы
Инструментальные	Углеродистые	У7А	7,8	6,7		Вода	»	+	+	+	—	+	Обжимки, ножницы, буравы, зубила, центры, гладилки, молотки, гаечные ключи, топоры, стамески, железки рубаночные

Продолжение

Торговое наименование		Марка материала	Объемный вес	Предел прочности кг/мм² в состоянии поставки	Предел прочности кг/мм² в закаленном виде	Охлаждающая среда при закалке	Применяемый припой	Наиболее употребительный сортимент: круглое сечение	шестигранное сечение	прямоугольное сечение	трубы	листы	Примечание
Инструментальные стали	Углеродистые	У8А	7,8	67	до 180 или до твердости по Бринеллю $H_в = 64$	Вода	Оловянный, серебряный, медный	+	+	+	—	+	Пробойники, ножи, резцы по меди, кернеры, столярный инструмент
		У9А	7,8	69		»	»	+	+	+	—	+	Деревообрабатывающий и дыропробивной инструмент
		У10А	7,8	70	в зависимости от назначения инструмента	»	»	+	+	+	—	+	Пилы ленточные по дереву и металлу, полотна ножовок, плашки, токарные резцы, фрезы, метчики, ножницы по металлу
		У12А	7,8	75		»	»	+	+	+	—	+	Резцы, сверла, метчики, плашки, шаберы, напильники
		У13А	7,8	78		»	»	+	+	+	—	+	Резцы, шаберы, граверный инструмент
Медь и медные сплавы	Медь красная	М1; М2; М3	8,93	21—30	Не калится (нагартовывается)	—	»	+	+	—	+	+	Паяльники, детали электроарматуры, трубопроводы
	Латунь	ЛС59-1 (мунц)	8,65	35—45	»	—	»	+	+	+	+	+	Механические детали
		Л68	8,6	30—50	»	—	»	+	+	+	+	+	Детали глубокой штамповки, выколотки и детали, изготовляемые давлением
Легкие сплавы	Алюминий	АМц (АМТ)	2,73	11—22	»	—	Паяется только специальными припоями	+	+	—	+	+	Гнутые и выколоченные детали, заклепки
	Дюралюминий	Д16 (Д1; Д6)	2,8	18—24	40—42	Вода	Не паяется	+	+	—	+	+	Прочные и легкие узлы и механические детали
	Электрон	МА (МА2; МА5)	1,8	20—30	Не калится	—	»	+	+	+	—	+	Прочные и особо легкие детали
	Силумин	АЛ2 (литейный сплав)	2,66	13—15	18—20	Вода	»	Чушки					Для отливок деталей моторов, узлов креплений, подставок и украшений

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН РАБОТЫ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКОГО КРУЖКА

ТЕМА ПЕРВАЯ

Физика и ее значение

Физика — теоретическая база техники. Вопросы, охватываемые физикой. Энергия и ее превращения, свойства и строение тел, теплота и тепловые машины, электричество и звук. Свет и оптика. Радиотехника. Атомная энергия, электроника и т. д. Выдающаяся роль русских ученых-физиков. Физика в народном хозяйстве. Физика и выбор профессии. Физика как фактор развития материалистического мировоззрения.

ТЕМА ВТОРАЯ

Конструирование моделей и приборов

1. Задачи конструктора при создании модели. Основы простейшего расчета моделей. Значение чертежа. Коэффициент полезного действия модели и отчего он зависит. Допускаемая нагрузка.

2. Основные части и детали машин и применение их в моделях. Ознакомление с простейшими механизмами: рычагом, блоком, воротом. Ознакомление с деталями более сложных машин и их назначением. Коленчатый вал, кулачок, эксцентрик, шатун, зубчатые колеса, оси и подшипники. Системы передачи: фрикционная (при помощи трения). Зубчатые колеса. Передача при помощи рычага, шатуна и коленчатого вала. Передача при помощи шкивов и блоков. Полезное и вредное трение в машинах.

3. Элементарные понятия о движителях и двигателях, применяемых в действующих моделях. Конструкции и расчеты резиномоторов. Двигатели, использующие энергию падающего груза. Двигатели, использующие потенциальную энергию маховика.

Практическая работа

Сборка моделей простейших механизмов — полиспаста, ворота, лебедки — из деталей «Конструктора» и их испытание. Постройка моделей и приборов с использованием узлов и деталей машин. Модель колодца с коленчатым валом и насосом. Лебедка подъемных кранов. Модели циркулярной пилы, сверлильного станка и т. д. Модели с применением двигателей различных типов. Технические игрушки с использованием резиномотора. Модели с применением различных систем передач.

Ознакомление с принципами расчета моделей и приемами конструирования. Работа с номограммами. Изготовление чертежей моделей.

Производственные экскурсии на строительство жилого дома (осмотр разгрузочно-погрузочных механизмов). Посещение механической мастерской или завода: осмотр трансмиссий, шкивов, систем передач, наблюдение за работой подъемного крана.

ТЕМА ТРЕТЬЯ

Измерительная техника

Теоретическая беседа с демонстрацией опытов. Значение измерений при постройке моделей. Различные виды измерений. Единицы длины площади и объема силы и их измерение. Измерительные инструменты и работа с ними (кронциркуль, нутромер, штангенциркуль, микрометр и др.).

Практическая работа

Изготовление в помощь школе приборов для лабораторных работ: отвесы, уровни, ватерпасы, весы, динамометры, мензурки, наборы разновесов. Постройка демонстрационных моделей. Различные системы весов: рычажные, блочные, десятичные. Модель маятника, модель часового механизма с маятником.

ТЕМА ЧЕТВЕРТАЯ

Материаловедение

Твердые тела и их свойства.

Основные понятия о свойствах материала: твердость, упругость, пластичность, хрупкость. Основные деформации. Растяжение и сжатие. Изгиб и кручение. Сдвиг или срез. Упругие и остаточные деформации. Разрушающие нагрузки. Прочность.

Практическая работа

Изготовление приборов для демонстрации свойств материалов и испытания узлов самодельных машин и приборов. Модель моста с изменяющейся нагрузкой для демонстрации деформации прогиба. Приборы для демонстрации сжатия, кручения, сдвига. Приборы, модели и технические игрушки с применением пружин (демонстрация упругой деформации). Постройка моделей: вибратора, прокатного стана, вальцовочной машины, электромотора. Модели силомеров для измерения больших или малых сил. Модель машины с самопишущим регистрационным прибором (устройством) для испытания материалов на прочность. Приборы для испытания материалов на разрыв.

ТЕМА ПЯТАЯ

Механика и ее законы

1. Первоначальные сведения по механике. Применение механики в технике. Примеры из жизни: высотные здания, шагающий экскаватор и принцип его передвижения. Творцы механики. Покой и движение. Кинематика. Различные виды движения — прямолинейное, поступательное, вращательное и т. д. Понятие о пути и скорости. Передача и преобразование движений. Понятие о силах. Значение сил в природе и технике. Разложение сил. Параллелограмм сил. Демонстрация разложения сил на примере клина. Сила тяжести. Понятие о различных видах равновесия.

2. Понятие о трех основных законах механики. Объяснение этих законов на конкретных примерах из окружающей жизни. Что такое центростремительная и центробежная силы и применение их в технике. Закон всемирного тяготения.

Практическая работа

Изготовление движущейся тележки для демонстрации прямолинейного и криволинейного движения. Модель хронографа для записи движений. Лабораторные работы с тахометром. Изготовление модели воздушного насоса. Приборы, демонстрирующие закон инерции: трибометр, прибор демонстрации инерции выбиванием подкладки из-под шарика и другие. Приборы для лабораторных опытов по трению. Модель железнодорожного тормоза. Модель фрикционной передачи, модель установки с ременной передачей. Модели, демонстрирующие применение центробежных сил в технике: модель центрифуги, модель сепаратора, модель сушильной машины.

ТЕМА ШЕСТАЯ

Давление и его законы

Теоретическая беседа с демонстрацией опытов. Давление твердых тел друг на друга. Связь между давлением, площадью опоры и силой. Законы давления в жидкостях. Гидравлические машины. Применение гидравлических прессов в технике. Давление на больших глубинах. Работы советских водолазов. Научные исследования на больших глубинах. Батисфера. Сообщающиеся сосуды и их применение в технике. Шлюзы, водопровод, ирригационные каналы. Водяные колеса и турбины. Законы давления в газах. Атмосферное давление. Насосы, их разновидности и применение в технике. Сжатый воздух. Компрессоры. Законы аэродинамики.

Практическая работа

Модели трактора, танка и шагающего экскаватора (демонстрация распределения сил на большой площади — гусеницы трактора и танка, лыжи шагающего экскаватора). Модель тарана. Модель системы водопровода с тараном для поднятия воды на большую высоту. Модели насосов. Действующая установка для окраски моделей — аэрограф. Демонстрационный прибор, сообщающиеся сосуды. Модели водяных колес и турбин. Модель аэродинамической трубы и опыты с ней. Демонстрационный прибор для опытов с вихревыми кольцами. Приборы для лабораторных работ по теме.

ТЕМА СЕДЬМАЯ

Тепловые машины

Источники теплоты. Тепловое расширение в технике. Температура и ее измерения. Современная техника измерения высоких температур. Пирометры и другие приборы. Передача теплоты. Конвекция. Взрывчатые вещества. Сплавы и их применение в технике. Биметаллы. Литье, закалка металлов. Закалка токами в/ч. Тепловые и паровые машины. Двигатели внутреннего сгорания. Реактивные и воздушно-реактивные двигатели.

Практическая работа

Приборы для лабораторных работ. Калориметры. Приборы для демонстрации теплопроводности металлов. Приборы для демонстрации теплового расширения твердых тел. Модель термореле с биметаллом. Модели для демонстрации конвекции теплового воздуха. Термодвигатели. Модели паровых машин и турбин. Модель газгольдера. Схематическая модель двигателя внутреннего сгорания. Модель гелиоскопа. Модели солнечных двигателей. Прибор для демонстрации отражения лучистой энергии от белой и черной поверхностей. Модели ракет и реактивных двигателей. Модель плавильной печи. Модель литейного цеха. Модель ковочного пресса. Модель дома с центральным отоплением.

ТЕМА ВОСЬМАЯ

Энергия

Различные виды энергии

Механическая энергия: энергия ветра, воды, вращающихся маховиков, сжатых пружин и т. д.

Электрическая и магнитная энергия: заряженные

электричеством и намагниченные тела, электрические сети.

Лучистая энергия: энергия различных лучей, в том числе световых.

Внутренняя энергия: энергия, заключенная внутри вещества.

Превращение одного вида энергии в другой. Закон сохранения энергии. Использование в технике энергии солнца, воды и ветра. Использование энергии топлива. Научные основы энергетики.

Практическая работа

Постройка моделей ветряных и водяных двигателей, моделей паровых машин и турбин. Модели двигателей внутреннего сгорания. Постройка действующих моделей ветро- и гидроэлектростанции. Постройка модели солнечного двигателя. Комплексные модели, показывающие преобразование одного вида энергии в другой. Например, паровая турбина, приводящая в движение генератор, дающий ток.

ТЕМА ДЕВЯТАЯ

Электричество в технике и в быту. Электромагнитные явления

Применение электричества в различных областях народного хозяйства. Электрическая сигнализация. Как электричество дает свет и тепло. Электромоторы в технике и в моделях юных техников. Гальванопластика. Светотехника. Мощные источники света. Законы электрического тока. Явления фотоэффекта. Термоэлектричество. Магниты и электромагниты. Трансформация тока и трансформаторы.

Практическая работа

Приборы для лабораторных работ. Параллельное и последовательное соединение. Проводники и изоляторы. Включение в цепь измерительных приборов. Ламповые реостаты, патроны. Опыты с магнитами, магнитные спектры и т. д.

Модели и приборы: электронагреватели, электрическая дуга, свеча Яблочкова, сварочный аппарат. Электродвигатели различных типов. Макет передачи энергии. Динамомашины, прожектор, телеграф, телефон. Трансформаторы.

Демонстрационные приборы: трансформатор Томсона. Индукционные катушки большой мощности. Трансформатор Тесла. Генератор Ван-Граафа.

Действующие демонстрационные модели. Электровоз, подвесная дорога, модель участка пути с автоблокировкой. Подъемный электромагнитный кран. Модель шагающего экскаватора. Модель земснаряда и т. д.

ТЕМА ДЕСЯТАЯ

Заключительное занятие

Подведение итогов работы кружка, подготовка к отчетной выставке. Испытание и демонстрация моделей и приборов. Итоговый вечер техники. Беседа о перспективах дальнейшей работы.

ПРИМЕЧАНИЕ К ПЛАНУ. В процессе работы над моделями в течение учебного года (в размерах, намеченных настоящим планом) каждый кружковец должен овладеть следующими навыками и уменьями:

1. Измерения длины, веса, объема, температуры тел. Простейшие электрические измерения.

2. Навыки в экспериментальной работе. Умение поставить опыт, провести лабораторную работу, обращаться с физическими приборами.

3. Умение работать с книгой, справочником и оперировать с простыми расчетными формулами и таблицами.

4. Умение прочесть чертеж и работать по чертежу.

5. Работа с бумагой и картоном. Разметка, резка ножом и ножницами, склеивание, изготовление деталей приборов и моделей из картона.

6. Работа по дереву.

Разметка, пиление, строгание, сверление, различные виды соединения деревянных деталей. Изготовление оснований и подставок для приборов. Умение наладить инструмент.

7. Работа по металлу.

Разметка, резка металла ножницами и ножовкой, работа с зубилом, сверление, работа с напильником. Паяние.

8. Простейшие электромонтажные навыки.

Умение зарядить патрон, поставить выключатель, розетку, сменить пробки, заделать концы провода.

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

ТЕМНИК

(Краткий перечень приборов и моделей, рекомендуемых к изготовлению в физико-техническом кружке)

Механика твердых тел, жидкостей и газов

1. Уровень.
2. Набор тел для простейших измерений (для лабораторных работ).
3. Весы рычажные.
4. Прибор для измерения толщины провода.
5. Сообщающиеся сосуды.
6. Макет водопровода.
7. Макет шлюза.
8. Прибор для демонстрации давления жидкости на стенки сосуда.
9. Прибор для демонстрации движения тел по параболе.
10. Блоки.
11. Образцы рычагов.
12. Наклонная плоскость.
13. Модель колодца (рычаг и ворот).
14. Маятник Максвелла.
15. Модель десятичных весов.
16. Модель подъемного крана.
17. Различные модели водяных колес и турбин.
18. Модели эстродвигателей.
19. Модели барометров.
20. Модели насосов.
21. Прибор «Картезианский водолаз».
22. Сегнерово колесо.
23. Модель центробежной петли.
24. Динамометры для лабораторных работ.
25. Прибор для демонстрации деформации при изгибе и кручении.
26. Прибор для демонстрации закона Бернулли.
27. Аэродинамическая труба с весами и набором тел для демонстрации.
28. Прибор для демонстрации вихревых колец.
29. Модель подводной лодки.
30. Приборы и модели для демонстрации законов Ньютона (реактивная тележка и др.).
31. Волчки и модели с ними.
32. Жироскопы и модели с ними.
33. Хронограф для записи движений.

Теплота и молекулярные явления

34. Калориметры для лабораторных работ.
35. Приборы для демонстрации теплового расширения твердых тел.
36. Модели термореле.
37. Регуляторы температуры с биметаллом.
38. Модель водяного отопления.
39. Действующие модели паровых машин и паровых турбин.
40. Модель, демонстрирующая работу двигателя внутреннего сгорания.
41. Модели и приборы, основанные на явлениях конвекции теплого воздуха.
42. Модель газгольдера.
43. Различные виды гигроскопов.
44. Наборы для опытов с мыльными пленками.
45. Приборы для демонстрации явлений поверхностного натяжения воды.

Колебания, волны, звук

46. Прибор для наблюдения фигур Хладни.
47. Модели для демонстрации образования и распространения волн.
48. Кинематические модели для демонстрации сложения волн.
49. Прибор для демонстрации интерференции волн.
50. Модели волновых машин.
51. Отражения волн от зеркал: плоских, вогнутых и выпуклых (демонстрационные приборы).
52. Диски с линзами для развертки колебаний.
53. Модели осциллографов.
54. Модели стробоскопов различных систем.
55. Модели телефонов.
56. Звукозаписывающие приборы.
57. Модель хронографа.
58. Модель граммофона.

Электричество

59. Ползунковые, ламповые и жидкостные реостаты.
60. Приборы для лабораторных работ по теме: параллельное и последовательное соединение.
61. Модель крутильных весов Кулона.
62. Модель дуги Петрова.
63. Свеча Яблочкова.
64. Тепловой амперметр.
65. Электромагнитный амперметр.
66. Модель гальванометра.
67. Электромагниты и модели.
68. Приборы для электролиза.
69. Электронагреватели.
70. Модель электропечи с электродугой.
71. Приборы для демонстрации магнитных явлений тока.
72. Гальванические элементы.
73. Приборы по электростатике.
74. Модель электрического телеграфа.
75. Электромоторы различных типов.
76. Динамомашины.
77. Трансформаторы.

78. Трансформатор Томсона (демонстр.).
79. Прибор Тесла.
80. Макет передачи электроэнергии на дальние расстояния.
81. Электромолот.
82. Прожектор.
83. Электроэрозийная установка (искровая обработка металла).
84. Закалка металлов.

Оптика

85. Фотометры лабораторные.
86. Люксметры.
87. Модель перископа.
88. Гелиограф.
89. Калейдоскоп.
90. Телескоп.
91. Модель солнечного двигателя.
92. Приборы и модели с использованием зеркал.
93. Камера-обскура.
94. Проекционные аппараты.
95. Оптическая скамья.
96. Спектроскопы.
97. Приборы и модели с призмами.
98. Набор для опытов по поляризации света.
99. Приборы для наблюдения дифракции света.
100. Приборы для демонстрации обманов зрения.

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

ПРОГРАММА КРУЖКА ПО ИЗУЧЕНИЮ ПРОЕКЦИОННОЙ И НЕМОЙ УЗКОПЛЕНОЧНОЙ АППАРАТУРЫ

Программа рассчитана на изучение проекционной аппаратуры типа «аллоскоп» и «эпидиаскоп» и немой киноаппаратуры типа «16НП6», «16НП7» и кинопроектора «УП-2». Это основная киноаппаратура, применяемая в учебной работе школы. Изучение звуковой киноаппаратуры настоящей программой не предусмотрено.

Задача кружка: подготовить кинодемонстраторов (аллоскоп и эпидиаскоп) и киномехаников из учащихся.

Программа рассчитана на 40 часов. Занятия проводятся 2 раза в неделю по 2 часа.

Занятие 1-е

Организационное, сводная беседа о заданах кружка.

Занятие 2-е

Как подготовить помещение для демонстрации диапозитивов и кинофильмов.

Проводка электрической сети. Установка штепселя, предохранителя, правила обращения с киноаппаратом, меры предосторожности.

Практическая работа по теме.

Занятие 3-е

Эпидиаскоп, его детали, принцип работы и правила пользования эпидиаскопом.

Распространение луча света, ход светового луча при прямой и эпипроекции. Правила проведения демонстрации диапозитивов и непрозрачных рисунков.

Практическая работа.

Занятие 4-е

Экран, его значение, установка, материал.

Беседа: законы освещенности, угол отражения света.

Практическая работа: установка складного экрана.

Занятие 5-е

Аллоскоп, его детали и правила обращения с ним.

Проекционная лампа, трансформатор, объектив, конденсатор, фильмовой канал, зарядка пленки.

Фильмоскоп, основные детали.

Практическая работа.

Занятие 6-е

Проекционный фонарь с оптической скамьей (ФОС). Изучение конструкции и деталей.

Пользование аппаратом для проекции физических и химических опытов, теневой проекции и микропроекции.

Практическая работа.

Занятие 7-е

Проекционный фонарь «ПФ-115».

Его детали и правила пользования.

Занятие 8-е

Диапроектор «Б-40» и «Б-42». Его детали и правила пользования им.

Занятие 9-е

Кинопроектор «УП-2». Его основные части, их наименование и значение. Зарисовка схем отдельных узлов, запись в рабочие тетради.

Занятие 10-е

Электрическая схема кинопроектора «УП-2». Изучение кинематики аппарата. Приключение проектора к осветительной сети.

Занятие 11-е

Изучение деталей кинопроектора «УП-2». Фильмовой накал, прижимные каретки, зубчатые барабаны. Кронштейн-моталка. Правила эксплуатации. Грейфер и грейферная коробка.

Занятие 12-е

Оптическая часть кинопроектора «УП-2». Объектив, конденсатор, рефлектор. Лампа, установка в патроне, регулировка лампы и рефлектора.

Практическая работа.

Занятие 13-е

Подготовка проектора «УП-2» к работе. Зарядка пленки, пуск аппарата, регулировка, перемотка ленты.

Практическая работа.

Занятие 14-е

Основные неисправности кинопроектора «УП-2» и их устранение. Чистка и смазка проектора. Уход за кинолентой.

Практическая работа.

Занятие 15-е

Немой узкопленочный кинопроектор «16НП6» и «16НП7». Основные детали и узлы. Сравнение с кинопроектором «УП-2». Демонстрация в действии.

Занятие 16-е

Изучение электрической части кинопроекторов «16НП6» и «16НП7».

Занятие 17-е

Изучение оптической части кинопроекторов «16НП6» и «16НП7».

Занятие 18-е

Изучение кинематики «16НП6» и «16НП7».

Занятие 19-е

Проверка усвоенного материала. Практические зачеты по различным видам аппаратуры.

Занятие 20-е

Подведение итогов.

Работа физико-технического кружка в области киноработы не должна ограничиваться вышеперечисленными формами. В плане работы кружка может быть предусмотрено самостоятельное изготовление диафильмов на базе фотоаппаратов типа «ФЭД», разработка конструкции экрана для дневного кино, изготовление простейших аллоскопов и киносъемочной аппаратуры и многих других конструкций.

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

КРАТКИЙ ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ЭКСКУРСИЙ

1. Водопроводная станция или водопроводная башня (по теме «Давление»).

2. Мастерские, заводы или предприятия с применением конвейера (по теме «Механическое движение»).

3. Строительство жилого дома, погрузочно-разгрузочные устройства (по теме «Простые механизмы»).

4. Механические мастерские (тиски, токарный станок и т. д.) (по темам «Простые механизмы», «Детали машин»).

5. Ознакомление с любой сельскохозяйственной машиной (применение простых механизмов, передача движения и т. д.).

6. Плотина, мельница, пристань.

7. Котельная завода или жилого дома. Ознакомление с системами парового и водяного отопления (по темам «Теплота», «Сообщающиеся сосуды»).

8. Паровоз и паровозное депо (топки, золотники, система подогрева, регулировка давления пара, тяга, передача движения, маховики, тепловые машины и т. д.).

9. Автомобиль и трактор (двигатели внутреннего сгорания).

10. Литейные, штамповочные, прокатные и термические цехи завода (по темам «Измерение количества теплоты», «Измерение состояния вещества при нагревании и охлаждении»).

11. Электромагнитный кран, электростанция (по теме «Электромагнитные явления»).

12. Конструкторские бюро и проектные мастерские (по темам «Измерительная техника», «Значение расчета, применение чертежей и т. д.»).

13. Радиостанция, радиозаводы, радиоузел и ремонтные мастерские (по теме «Основы радио»).

14. Цехи заводов и фабрики с автоматическими станками и линиями («Автоматика в производстве»).

15. Электростанции, электроподстанции, трамвайные и троллейбусные парки, МТС, электротрактор (по темам «Электричество в технике», «Работа электростанции»).

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН РАБОТЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО КРУЖКА

Электрификация СССР

Различные виды применения электрической энергии в народном хозяйстве, в военной технике и быту. Превращение электроэнергии в другие виды энергии. Производство электроэнергии на электростанциях.

В. И. Ленин — основоположник электрификации Страны Советов.

Развитие электрификации СССР. Электростроительство в пятой пятилетке. (Беседа руководителя с показом диапозитивов или кинофильма и доклады учащихся.)

Гальванические элементы и аккумуляторы

Изготовление простых гальванических элементов.

Изготовление медно-цинковых элементов как наиболее простых и пригодных для длительного действия.

Изготовление гальваноскопа для обнаружения электрического тока.

Свинцовые и щелочные аккумуляторы. Изготовление простейшего аккумулятора из двух свинцовых пластин. Применение аккумуляторов (подводные лодки, электрокары, автомобиль, радио и пр.).

Соединение элементов в батареи. Освещение лампочками от карманного фонаря. Включение лампочек: параллельное и последовательное. Самодельные выключатели, патроны, рефлекторы для низковольтных ламп.

Изготовление модели дома с электрическим освещением. Электрический ночник. Модель прожектора. Модель светофора.

Электромагниты

Простейшие электромагниты из гвоздя и куска изолированной проволоки. Электромагнит подковообразный.

Изготовление действующей модели электромагнитного крана.

Применение электромагнита: телеграф, телефон, электрический звонок, электромагнитный стол для крепления деталей в металлообрабатывающих станках, электромагнитный кран, электромагнит в медицине.

Задачи и опыты

1. Определение подъемной силы электромагнита (с помощью весов). Увеличение подъемной силы магнита от увеличения силы тока и числа витков.

2. Намагничивание током стального стержня.

3. Получение магнитного поля с помощью железных опилок.

4. Определение полюсов магнита.

Электрический звонок

Сборка цепи электрического звонка. Регулировка звонка. Проводка звонка в квартире. Питание электрического звонка через трансформатор осветительной сети.

Нахождение неисправностей в звонке и звонковой проводке и устранение их.

Изготовление модели звонковой проводки. Изготовление простейшего самодельного звонка для опытов.

Изготовление электрической сирены.

Задачи по сборке схем со звонком

1. Собрать схему звонковой цепи так, чтобы звонок переставал звонить при нажатии кнопки.

2. Собрать схему так, чтобы звонок делал один удар при нажатии кнопки.

3. Собрать схему с двумя звонками, действующими от одной кнопки.

4. Собрать схему с двумя кнопками и одним звонком.

5. Собрать схему из двух звонков и двух кнопок с двусторонним вызовом.

Простые автоматические устройства

Устройство простого электромагнитного реле и опыты с ним. Температурный предохранитель. Автоматический указатель уровня воды.

Устройство теплового реле.

Телеграф

Русские ученые П. Л. Шиллинг и В. С. Якоби — изобретатели электрического телеграфа. Современная телеграфная связь.

Изготовление модели простейшего телеграфного аппарата из электрического звонка. Телеграфные аппараты более сложные: самопишущие (с часовым механизмом), фонические.

Установка телеграфной линии и приемо-передающей станции на открытом воздухе (летом на площадке) или в комнате.

Телефон

Устройство и работа телефона. Автоматический телефон.

Пьезотелефон. Телефон с микрофоном и звонковым вызовом. Самодельный домашний телефонный аппарат.

Изготовление переносного полевого телефона и применение его в играх.

Опыты с телефоном на открытом воздухе. (Земля в качестве одного из проводов.) Опыты с простейшим самодельным микрофоном из углей.

Применение теплового действия тока

Электрическая дуга. Открытие В. В. Петрова и применение дуги для освещения Н. Н. Яблочковым. Электрическая лампа накаливания и ее устройство. Изобретение электрической лампы А. Н. Лодыгиным. Плавкие предохранители.

Изготовление простых кипятильников.

Устройство бытовых электронагревательных приборов (плитка, чайник, утюг). Ремонт нагревательных приборов. Самодельные нагревательные приборы: электрическая кастрюля из жестяной банки, электрическая плита, электрическая печь, электрический тигель, электрическая клееварка, электрическая сушилка (с вентилятором), электрический паяльник, отражательная печь, электрический камин.

Изготовление электрического прибора для резки бутылок (накаленной проволокой).

Изготовление прибора для выжигания по дереву и электрической зажигалки.

Изготовление тигельной дуговой печи лабораторного типа для плавки металлов. Печь с угольным порошком.

Промышленные электрические печи для закалки и плавки металлов. Электрический нагрев металлов в современном производстве. Электросварка. Изобретение электросварки Славяновым и Бенардосом (показ диапозитивов и кинофильмов, экскурсия на производство).

Опыты и задачи с электрическими лампами.

Испытание нагревательных приборов

Количество электроэнергии, расходуемое на нагревание прибора. Определение кпд прибора. Проверка расчетных данных опытным путем при изготовлении прибора.

Электрохимия

Открытие гальванопластики русским ученым Якоби. Изготовление химического полюсоискателя. Устройство электролитической ванны. Омеднение угольных электродов. Покрытие металлических изделий медью, цинком. Никелирование. Изготовление металлических копий путем осаждения металла. Металлизация предметов: цветов, кружев, деревянных изделий и пр.

Применение электролиза в промышленности: хромирование, полировка металлов и пр. Показ кинофильма и диапозитивов о добыче алюминия.

Электромоторы

Устройство и принцип действия мотора постоянного тока. Изобретение электродвигателя и первая лодка с электродвигателем русского ученого Якоби. Различные виды применения электродвигателей в промышленности и сельском хозяйстве. Самые маленькие и самые большие электродвигатели.

Изготовление действующей модели электромотора с постоянным подковообразным магнитом. Модели коллекторных электромоторов с двух- и трехкатушечными якорями и с различной формой ярма. Более сложные моторы с барабанным якорем.

Применение изготовленных электромоторов для моделей электровоза, трамвая, подвесной железной дороги, электролодки, электромобиля.

Испытание моделей

Проверка целости обмоток и полярности полюсов в модели электромотора.

Регулировка модели.

Определение мощности электромотора.

Изменение направления вращения якоря (реверсирование).

Изменение числа оборотов с помощью реостата.

Сборка из готовых деталей (набор «Электроконструктор») модели электродвигателя (включить ток и пустить модель в ход).

Динамомашины

Принцип действия динамомашины. Производство электроэнергии на электростанциях. Изготовление действующей модели динамо с постоянными магнитами. Модели динамомашины с посторонним возбуждением и самовозбуждением.

Сборка модели электростанции из приборов физического кабинета: 1) с паровой машиной, 2) с водяной турбиной, действующей от водопроводного крана и магнито-электрической машины.

Монтаж переносного моторгенератора с распределительным щитом для зарядки аккумуляторов и опытов с постоянным током (например, динамо тракторного или автомобильного типа с вентиляционным мотором).

Испытание динамо

Определение напряжения тока динамо без нагрузки.

Изменение напряжения на зажимах динамомашины при изменении числа оборотов якоря.

Определение мощности, развиваемой динамо.

Превращение динамо в двигатель (обратимость).

Определение потребляемой мощности динамо без нагрузки и при нагрузке (динамо приводится в движение электромотором — определять силу тока и напряжение, подсчитать мощность).

Определение кпд моторгенератора.

Трансформаторы

Принцип действия трансформатора (опыты с ним). Устройство промышленных трансформаторов больших мощностей (показ диапозитивов). Первый русский трансформатор, сконструированный в Московском университете И. Ф. Усагиным. Первые опыты по передаче электроэнергии. Значение электропередачи в промышленности. Применение трансформаторов (звонковые, для газосветных трубок, сварочные, измерительные, для радиоприемников, трансформаторы в электропередаче).

Опыты с катушкой Румкорфа. 1. Холодный свет (светящиеся трубки с разреженными газами).

2. Неоновые и аргоновые иллюминационные трубки.

3. Электрическая лампа дневного света.

4. Молния на столе.

Изготовление трансформатора Томсона и опыты с ним. Изготовление небольшого силового трансформатора.

Опыты с трансформаторами (самодельные и учебные приборы из физического кабинета):

1. Определение коэффициента трансформации.

2. Определение силы тока холостого хода трансформатора и силы тока при нагрузке. (Как изменяется сила тока в первичной цепи при нагрузке трансформатора.)

3. Определение числа витков катушки (не разматывая ее) с помощью добавочной катушки с определенным числом витков.

4. Сборка модели электропередачи из учебных трансформаторов.

Русские ученые — физики и электротехники

Изучение атмосферного электричества

Отец русской науки М. В. Ломоносов. Опыты Ломоносова и академика Рихмана по атмосферному электричеству. Ломоносов — основоположник изучения электрических явлений в атмосфере.

Тепловые действия тока. Электрическое освещение

Открытие электрической дуги профессором В. В. Петровым.

Открытие профессором Петербургского университета Э. Х. Ленцем зависимости между количеством тепла, выделяющегося при прохождении тока через проводник, и силой тока (закон Джоуля-Ленца).

Применение русским ученым П. Н. Яблочковым электрической дуги для освещения («свеча Яблочкова»).

Изобретение электрической лампы накаливания русским инженером А. Н. Лодыгиным и применение этих ламп для освещения.

Изобретение электросварки металлов русскими инженерами Н. П. Бенардосом и Н. Г. Славяновым.

Применение электричества для передачи сигналов

Изобретение телеграфа П. Л. Шиллингом. Постройка первой телеграфной линии в России.

Основоположник современной радиотехники русский физик профессор А. С. Попов. Грозоотметчик Попова. Первый беспроволочный телеграф в России.

Гальванотехника

Применение электролиза в технике. Изобретение гальванопластики Б. С. Якоби.

Электродвигатель

Изобретение первого электродвигателя русским ученым Б. С. Якоби. Применение им электромотора для передвижения лодки.

Создание русским электротехником М. О. Доливо-Добровольским техники трехфазного тока и изобретение им электродвигателя трехфазного тока, получившего широкое применение в промышленности.

Трансформатор и передача электроэнергии на расстояние

Передача электроэнергии на далекие расстояния, разработанная впервые Д. А. Лачиновым и позже М. О. Доливо-Добровольским.

Изобретение первого трансформатора переменного тока И. Ф. Усагиным. Применение трансформаторов для передачи электроэнергии.

Работа в области теоретической электротехники

Открытие фотоэлектрического эффекта выдающимся русским ученым профессором Московского университета А. Г. Столетовым и разработка им теоретических вопросов магнетизма.

Открытие светового давления крупнейшим русским физиком П. Н. Лебедевым, подтвердившим опытным путем правильность электромагнитной теории Максвелла.

Содержание занятий по электромонтажным работам

Для овладения первоначальными электромонтажными умениями учащимся предлагаются в порядке упражнений следующие практические работы:

1. Сращивание двух концов медных проводов сечением 1,5 *мм*².

2. Сращивание двух концов шнура.

3. Ответвление проводов.

4. Присоединение проводов к ламповому патрону, штепсельной розетке и вилке, к выключателю и предохранителям.

В этой работе учащиеся также знакомятся с устройством установочной арматуры.

5. Монтаж на доске размером 30×50 *см* учебной схемы проводки, состоящей из предохранителей, выключателя и лампового патрона.

Учащиеся должны научиться чертить простейшие схемы цепей электрического освещения с соблюдением условных обозначений, принятых в электротехнике.

Схема монтируется тщательно, с соблюдением технических требований и по окончании монтажа осматривается руководителем и испытывается включением в осветительную сеть.

Дополнительные работы

1. Усложнение предыдущей схемы присоединением второй лампы и установкой переключателя вместо выключателя; установка штепсельной розетки в этой же схеме.

2. Монтаж проводки электрического звонка с питанием от сети через пробочные плавкие предохранители и трансформатор.

3. Изготовление прибора для демонстрации короткого замыкания (лампа с проводами и предохранители в виде тонкой проволочки, сгорающие при коротком замыкании).

4. Изготовление прибора для демонстраций проводимости различных тел. (Монтируется цепь из лампы, проводов и двух контактов, которые замыкаются стержнями из различных материалов. Контакты могут замыкаться проводами от электродов, опущенных в *v*-образную трубку, в которую наливаются растворы солей разной концентрации.)

5. Изготовление электрифицированных плакатов, самодельных настольных ламп (подставка с ламповым патроном и шнуром со штепсельной вилкой), электрификация елки (пайка цепей из последовательно соединенных низковольтных лампочек) и другие работы.

Ремонт бытовых электронагревательных приборов

Устройство бытовых электронагревательных приборов. Нагревательный элемент. Применение законов физики в конструировании нагревательных приборов. Различные виды электроприборов и правила пользования ими.

Неисправности электроприборов и их устранение.

Приемы разборки и сборки бытовых электроприборов. Разборка плитки, утюга, чайника.

Смена нагревательной спирали в плитке или нагревательного элемента в утюге и чайнике. Ремонт или замена шнура с вилкой.

Испытание электронагревательного прибора.

Занятия по практическому изучению основ электротехники

1. Введение

Значение электрической энергии в современной индустрии. Электрификация СССР.

2. Технические электроизмерительные приборы

Значение электроизмерительных приборов в электрооборудовании современного производства.

Виды приборов. Системы и классы приборов.

Устройство технических электроизмерительных приборов.

Включение приборов.

Лабораторные работы

1. Ознакомление с устройством технических измерительных приборов по разобранным образцам и при-

борам со вскрытыми кожухами. Расшифровка условных обозначений на приборах.

2. Измерение мощности и работы тока (включение ваттметра и счетчика).

3. Проверка измерительных приборов: вольтметра, амперметра, ваттметра, счетчика. Проверка учебных приборов физического кабинета школы.

Практические работы

1. Монтаж технических приборов на переносных щитках с клеммами. Вскрытие прибора и монтаж деталей с целью показа его внутреннего устройства (изготовление учебного пособия).

2. Переделка технических электромагнитных амперметров со шкалой в 10 и 30 *а* на меньшую силу тока.

3. Мелкий ремонт учебных и технических измерительных приборов (исправление загнутой стрелки, присоединение проводов к контактам, соединение обрывов проводов и пр.).

3. Генераторы и электродвигатели постоянного тока

Устройство машин постоянного тока. Основные части машин. Машины сериес и шунтовые. Схемы включения электродвигателей. Регулирование числа оборотов и изменение направления вращения якоря. Уход за электромотором. Применение машин постоянного тока в промышленности и на транспорте.

Лабораторные работы

1. Ознакомление с конструкцией машины по разобранному образцу.

2. Измерение сопротивления обмоток якоря и возбуждения.

3. Сборка пусковой схемы электродвигателя и измерение тока холостого хода.

4. Пуск шунтового генератора и регулирование напряжения шунтовым реостатом.

5. Испытание электродвигателя и генератора постоянного тока.

Практические работы

1. Выполнение мелких ремонтных работ электродвигателей.

2. Смена угольных щеток и притирка щеток.

3. Разборка, чистка и сборка мелких машин.

4. Ремонт демонстрационных моделей физического кабинета школы.

4. Переменный ток. Асинхронные электродвигатели трехфазного тока. Трансформаторы

Особенности переменного тока. Однофазный и трехфазный ток. Общее понятие о генераторе трехфазного тока. Мощность переменного тока. Понятие о коэффициенте мощности. Включение приемников (ламп) в цепь трехфазного тока звездой и треугольником. Особенности трехфазного тока и выгоды его применения. Разработка техники трехфазного тока и осуществление передачи электроэнергии переменным током русским ученым М. О. Доливо-Добровольским.

Устройство технических трансформаторов однофазных и трехфазных и их включение в сеть. Применение трансформаторов.

Понятие о вращающемся магнитном поле.

Принцип действия и устройства двигателя трехфазного переменного тока (асинхронного, короткозамкнутого). Включение трехфазного двигателя по схеме звезды или треугольника. Зависимость коэффициента мощности от нагрузки электродвигателя. Меры по улучшению коэффициента мощности. Борьба с потерями электроэнергии на производстве.

Лабораторные работы

1. Определение мощности в цепи однофазного переменного тока при включении различных нагрузок, индукционных и безиндукционных.

2. Включение ламп в цепь трехфазного тока звездой и треугольником. Измерение фазовых и линейных напряжений и силы тока.

3. Ознакомление с конструкцией мотора переменного тока по разобранному образцу (асинхронный короткозамкнутый мотор трехфазного тока). Испытание электродвигателя.

4. Определение коэффициента мощности электромотора при различных нагрузках.

Практические работы

1. Разборка, чистка и сборка моторов (снятие мотора с салазок, разборка, чистка, промывка подшипников, сборка, смазка и установка на прежнее место с предварительной выверкой).

2. Мелкий ремонт моторов малой мощности. Проверка исправности обмоток. Соединение и изоляция выводов обмотки, присоединение концов проводов к клеммам, перестановка предохранителей и рубильников, установка амперметра на щитке у мотора.

3. Электротехническое оборудование физического кабинета школы. Монтаж распределительного щита. Ремонт щита и электросети. Монтаж агрегата для зарядки аккумуляторов.

ПРИЛОЖЕНИЕ 8

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ НА ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ СХЕМАХ

Счетчик с обозначением области измерения в *квт*	5 20 или
Реостат	
Сопротивление, регулируемое подвижным контактом:	
а) индуктивное	
б) неиндуктивное	
Трансформатор тока с одной вторичной обмоткой	
Соединение трех фаз треугольником	
Соединение трех фаз звездой	
Соединение трех фаз зигзагом	
Трансформатор трехфазного тока с указанием вида соединения фаз	
Измерительный прибор	A
Вольтметр	V
Амперметр	A
Ваттметр	W
Распределительный щит (в плане)	или
Линия с указанием числа и сечения в *мм*²	1 1,5 2,5
Постоянный ток	
Переменный ток	
Переменный ток с указанием числа периодов в секунду	50
Пример: трехфазная цепь 50 *пер/сек* в 3 провода по 5 *мм*² каждый	3~50 3×5

Соединение проводов	
Пересечение проводов без присоединения	или
Заземление	
Лампа накаливания неподвижная	
Лампа накаливания подвижная	
Неподвижная арматура (например люстра) с указанием числа ламп	5 2 + 3
Подвижная арматура (например люстра) с указанием числа ламп	3
Дуговая лампа с указанием силы тока в *а*	6
Штепсельная розетка, стенной патрон с обозначением силы тока в *а*	
Выключатель однополюсный с обозначением допускаемой силы тока в *а*	6
Выключатель двухполюсный с обозначением допускаемой силы тока в *а*	6
Выключатель трехполюсный с обозначением допускаемой силы тока в *а*	6
Переключатель	3
Рубильник однополюсный	
Рубильник двухполюсный	или
Рубильник трехполюсный	или
Масляный выключатель и трехполюсный	
Генератор и двигатель постоянного тока	Ст М
Генератор и двигатель переменного тока	Ст М
Аккумуляторная батарея	
Плавкие предохранители:	
а) Пробковый (на *10а*)	10а
б) пластинчатый	
в) трубчатый	
Выпрямитель ртутный (трехфазный)	

ПРИЛОЖЕНИЕ 9

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ НА КИНЕМАТИЧЕСКИХ СХЕМАХ

Вращение вала . . . . . .

Соединение коленчатого вала и шатуна . . . . . .

Стержень, валик, палец с концом, закрепленным неподвижно . . . .

ОПОРЫ ТИПА ПОДШИПНИКОВ НА ВАЛАХ:

А. Подшипники скользящего трения

а) подшипник простой . . . . . .

б) подшипник с кольцевой смазкой

Б. Подшипники качения:

а) радиальный . . . . . .

б) упорный . . . . . .

в) радиально-упорный . . . . . .

В. Пяты:

а) скользящего трения . . . . . .

б) трения качения . . . . . .

Соединения стержней:

а) шарнирное соединение двух стержней . . . . . .

б) шаровое соединение . . . . . .

в) карданное соединение . . . . . .

г) жесткое соединение . . . . . .

Соединение стержня с опорой, допускающее вращение:

а) в плоскости чертежа . . . . . .

б) в любом направлении (шаровой шарнир) . . . . . .

Ползун, двигающийся по неподвижным направляющим . . . . . .

Кулисный механизм . . . . . .

Втулка, свободно сидящая на валу . .

Втулка, сидящая на валу на глухой шпонке . . . . . .

Втулка, скользящая по направляющей шпонке . . . . . .

Соединение двух валов эластичное . .

Соединение двух валов глухое . . . .

Муфта фрикционная, общее обозначение:

а) конусная . . . . . .

б) дисковая . . . . . .

Муфта сцепления кулачковая:

а) односторонняя . . . . . .

б) двусторонняя . . . . . .

Шкив на валу:

а) рабочий . . . . . .

б) холостой . . . . . .

Ступенчатый шкив на валу . . . . .

Маховик . . . . . .

Передача плоским ремнем:

а) прямая . . . . . .

б) перекрестная . . . . . .

в) угловая . . . . . .

г) с натяжным роликом . . . . . .

Передача шнуром или круглым ремнем . . . . . .

Передача цепью (общее обозначение) .

Отводка ремня . . . . . .

ПРИЛОЖЕНИЕ 10

ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ

Материал и сплавы	Сопротивление в *ом* проволоки длиной 1 *м* и сечением 1 *мм*²	Длина в *м* проволоки сечением в 1 *мм*², имеющей сопротив. в 1 *ом*
Алюминий	0,027	37
Железо	0,099	10
Медь	0,0168	60
Свинец	0,207	4,8
Серебро	0,0158	63,3
Цинк	0,0595	17
Латунь (66% меди + 34% цинка)	0,063	15,8
Нейзильбер (65% меди + 20% цинка + 15% никеля)	0,31	3,2
Никелин (сплав, аналогичный нейзильберу)	0,42	2,4
Нихром (67,5% никеля + 15% хрома + 16% железа + 1,5% марганца)	1,05	0,95

ПРИЛОЖЕНИЕ 11

СОПРОТИВЛЕНИЕ И ВЕС МЕДНОЙ ПРОВОЛОКИ РАЗНЫХ ДИАМЕТРОВ

Диаметр проволоки в *мм*	Медная проволока с уд. сопрот. 0,017	
	число *ом* в 100 *м*	вес 100 *м* в *кг*
1	2,16	0,702
0,8	3,38	0,449
0,5	8,66	0,176
0,3	24,0	0,063
0,2	54,1	0,028
0,1	216	0,007
0,08	338	0,0045

ПРИЛОЖЕНИЕ 12

Наша отечественная промышленность выпускает большой ассортимент Ш-образных пластин для сборки сердечников силовых и низкочастотных трансформаторов и дросселей, применяемых в радиоаппаратуре. Многие из этих пластин и сердечников радиолюбители могут использовать в конструируемых ими радиоприемниках, усилителях низкой частоты, выпрямителях, аппаратуре для народного хозяйства и других приборах.

В помощь радиолюбителям-конструкторам мы приводим на следующих страницах таблицу Ш-образных пластин и сердечников с указанием их основных размеров и параметров, необходимых при расчетах трансформаторов и дросселей.

В пластинах некоторых размеров (Ш-15, Ш-19 и с большей шириной среднего выступа) обычно делаются отверстия для пропускания через них болтов, стягивающих сердечники; вместо отверстий пластины иногда имеют пазы, которые служат для той же цели. Пластины малых размеров (Ш-10, Ш-12, Ш-14, Ш-16) обычно делаются без отверстий и пазов. Сердечники, собранные из таких пластин, стягиваются скобами.

ТИПОВЫЕ Ш-ОБРАЗНЫЕ ПЛАСТИНЫ И СЕРДЕЧНИКИ ДЛЯ ТРАНСФОРМАТОРОВ И ДРОССЕЛЕЙ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ

Тип пластин	Ширина среднего выступа	Окно			Средняя длина магнитн. силовой линии	Типовые пакеты			Средняя длина одного витка обмотки	Ширина боковых выступов и перемычек	Габаритные размеры	
		ширина	высота	площадь		толщина	чистое сечение стали в среднем выступе	общий объем стали			ширина, длина (перемычки)	высота
	$l_{ст}$	$l_{ск}$	$h_{ок}$	$Q_{ок}$	$l_м$	d	$Q_{ст}$	$V_{ст}$	$l_{вит}$	$l_{бок}$ $l_{пер}$	l	h
	мм	*мм*	*мм*	*см*	*см*	*мм*	*см²*	*см³*	*см*	*мм*	*мм*	*мм*
Ш-10	10	5,0	15	0,75	5,57	10	0,88	5,3	5,5	5,0	30	25
	10	5,0	15	0,75	5,57	15	1,32	7,9	6,5	5,0	30	25
	10	5,0	15	0,75	5,57	20	1,76	10,6	7,5	5,0	30	25
	10	6,5	18	1,17	5,66	10	0,88	7,8	5,85	6,5	36	31
	10	6,5	18	1,17	5,66	15	1,32	11,6	6,85	6,5	36	31
	10	6,5	18	1,17	5,66	20	1,76	15,6	7,85	6,5	36	31
	10	12	36	4,32	10,1	15	1,32	17,7	8,4	6,0	46	48
	10	12	36	4,32	10,1	25	2,20	29,6	10,4	6,0	46	48
Ш-12	12	6	18	1,08	6,68	12	1,27	9,1	6,5	6,0	36	30
	12	6	18	1,08	6,68	18	1,90	13,6	7,7	6,0	36	30
	12	6	18	1,08	6,68	24	2,54	18,2	8,9	6,0	36	30
	12	8	22	1,76	6,74	12	1,27	13,9	7,0	8,0	44	38
	12	8	22	1,76	6,74	18	1,90	20,1	8,2	8,0	44	38
	12	8	22	1,76	6,74	24	2,54	27,8	9,4	8,0	44	38
	12	16	48	7,68	12,6	18	1,90	36,5	10,7	8,0	60	64
	12	16	48	7,68	12,6	30	3,17	61,0	13,1	8,0	60	64
Ш-14	14	7	21	1,47	7,8	14	1,73	14,5	7,6	7,0	42	35
	14	7	21	1,47	7,8	21	2,59	21,8	9,0	7,0	42	35
	14	7	21	1,47	7,8	28	3,45	29,0	10,4	7,0	42	35
	14	9	25	2,25	7,92	14	1,73	20,9	8,24	9,0	50	43
	14	9	25	2,25	7,92	21	2,59	31,4	9,64	9,0	50	43
	14	9	25	2,25	7,92	28	3,45	41,9	11,0	9,0	50	43
Ш-15	15	13,5	27	3,64	8,35	19	2,42	38,5	11,0	11,0	64	49
	15	13,5	27	3,64	8,35	30	3,82	61,3	13,3	11,0	64	49
Ш-16	16	8	24	1,92	8,9	16	2,25	21,7	8,6	8,0	48	40
	16	8	24	1,92	8,9	24	3,38	32,2	10,2	8,0	48	40
	16	8	24	1,92	8,9	32	4,5	43,4	11,8	8,0	48	40
	16	10	28	2,8	9,03	16	2,25	30,0	9,28	10	56	48
	16	10	28	2,8	9,03	24	3,38	45,0	10,9	10	56	48
	16	10	28	2,8	9,03	32	4,5	60,0	12,5	10	56	48
Ш-18	18	9	27	2,43	10,0	18	2,85	31,0	9,8	9,0	54	45
	18	9	27	2,43	10,0	27	4,28	45,5	11,6	9,0	54	45
	18	9	27	2,43	10,0	36	5,71	62,0	13,4	9,0	54	45
Ш-19	19	12	33,5	4,02	10,6	19	3,18	51,0	11,0	12	67	57,5
	19	12	33,5	4,02	10,6	28	4,68	76,0	12,8	12	67	57,5
	19	12	33,5	4,02	10,6	38	6,35	102,0	14,8	12	67	57,5
	19	17	46	7,81	14,3	19	3,07	57,1	13,0	11	75	68
	19	17	46	7,81	14,3	27	4,36	81,5	14,6	11	75	68
	19	17	56	9,52	16,3	19	3,07	62,0	13,0	11	75	78
Ш-20	20	10	30	3,0	11,1	20	3,52	42,0	10,9	10	60	50
	20	10	30	3,0	11,1	30	5,28	63,0	12,9	10	60	50
	20	10	30	3,0	11,1	40	7,04	84,0	14,9	10	60	50

Тип пластин	Ширина среднего выступа	Окно			Средняя длина магнитн. силовой линии	Типовые пакеты			Средняя длина одного витка обмотки	Ширина боковых выступов и перемычек	Габаритные размеры	
		ширина	высота	площадь		толщина	чистое сечение стали в среднем выступе	общий объем стали			ширина, длина (перемычки)	высота
	$l_{ст}$	$l_{ок}$	$h_{ок}$	$Q_{ок}$	$l_м$	d	$Q_{ст}$	$V_{ст}$	$l_{вит}$	$l_{бок}$ $l_{пер}$	l	h
	мм	*мм*	*мм*	*см*	*см*	*мм*	*см²*	*см³*	*см*	*мм*	*мм*	*мм*
Ш-20	20	17	46	7,81	16,2	20	3,48	60	13,4	11	75	68
	20	17	46	7,81	16,2	30	5,28	90	15,4	11	75	68
	20	18	30	5,40	10,8	20	3,48	60	13,4	13	82	56
	20	18	30	5,40	10,8	30	5,18	90	15,4	13	82	56
	20	18	56	10,0	15,6	20	3,52	80	13,1	13	82	82
	20	18	56	10,0	15,6	30	5,28	120	13,1	13	82	82
	20	18	56	10,0	15,6	40	7,04	160	13,1	13	82	82
Ш-21	21	19	38	7,22	11,8	27	4,93	120	15,8	16	91	70
	21	19	38	7,22	11,8	43	7,85	181	19,0	16	91	70
Ш-22	22	14	39	5,46	12,4	22	4,26	80	13,0	14	78	67
	22	14	39	5,46	12,4	33	6,39	120	15,2	14	78	67
	22	14	39	5,46	12,4	44	8,52	160	17,4	14	78	67
Ш-24	24	12	36	4,32	13,4	24	5,1	72	13,0	12	72	60
	24	12	36	4,32	13,4	36	7,6	108	15,4	12	72	60
	24	12	36	4,32	13,4	48	10,2	144	17,8	12	72	60
Ш-25	25	25	60	15,0	18,8	25	5,40	137	17,8	15	105	90
	25	25	60	15,0	18,8	35	7,44	192	19,8	15	105	90
	25	25	60	15,0	18,8	40	8,50	219	20,8	15	105	90
	25	25	60	15,0	18,8	50	10,7	274	22,8	15	105	90
	25	25	60	15,0	18,8	65	13,9	356	25,8	15	105	90
	25	31,5	58	18,2	23,0	25	5,40	152	19,9	16	120	90
Ш-26	26	13	39	5,07	14,2	26	5,95	100	14,5	13	78	65
	26	17	47	7,99	14,7	26	5,95	137	15,4	17	94	81
	26	17	47	7,99	14,7	39	8,92	207	18,0	17	94	81
	26	17	47	7,99	14,7	52	11,9	274	20,6	17	94	81
Ш-28	28	14	42	5,88	15,7	28	6,9	116	15,7	14	84	70
	28	23,5	50	11,7	19,6	40	9,8	206	21,0	15	105	80
Ш-30	30	15	45	6,75	16,7	30	7,92	143	16,4	15	90	75
	30	15	45	6,75	16,7	45	11,9	215	19,4	15	90	75
	30	15	45	6,75	16,7	60	15,8	286	22,4	15	90	75
	30	19	53	10,1	16,9	30	7,92	202	17,6	19	106	91
	30	19	53	10,1	16,9	45	11,9	303	20,6	19	106	91
	30	19	53	10,1	16,9	60	15,8	404	23,6	19	106	91
	30	27	54	14,6	18,7	38	10,0	282	21,9	20	124	94
	30	27	54	14,6	18,7	60	15,8	446	26,5	20	124	94
Ш-32	32	16	48	7,68	19,4	32	9,0	173	17,8	16	96	80
	32	36	72	25,9	28,4	35	9,9	295	24,7	18	140	108
Ш-35	35	22	61,5	13,5	19,8	35	10,8	315	20,4	22	123	105,5
	35	22	61,5	13,5	19,8	52	16,0	475	23,8	22	123	105,5
	35	22	61,5	13,5	19,8	70	21,6	630	27,4	22	123	105,5
Ш-40	40	20	60	12,0	22,3	40	14,1	336	22,2	20	120	110
	40	20	60	12,0	22,3	60	21,1	512	26,2	20	120	110
	40	20	60	12,0	22,3	80	28,2	672	30,2	20	120	110
	40	30	70	21,0	28,0	40	14,1	400	25,4	—	—	—
	40	30	70	21,0	28,0	80	28,2	800	33,5	—	—	—

ПРИЛОЖЕНИЕ 13

ТАБЛИЦА СПРАВОЧНЫХ ДАННЫХ ПО ОБМОТОЧНЫМ ПРОВОДАМ

Провод без изоляции *Н*				Провод в изоляции											
				ПЭ и ПЭЛ		ПЭШО		ПШО		ПШД		ПБО		ПЭБО	
Диаметр провода, *мм*	Площадь поперечного сечения, *мм²*	Сопротивление 1 000 *м* при 20°С, *ом*	Вес 1 000 *м*, *кг*	Диаметр с изоляцией, *мм*	Вес 1 000 *м* с изоляцией, *кг*	Диаметр с изоляцией, *мм*	Вес 1 000 *м* с изоляцией, *кг*	Диаметр с изоляцией, *мм*	Вес 1 000 *м* с изоляцией, *кг*	Диаметр с изоляцией, *мм*	Вес 1 000 *м* с изоляцией, *кг*	Диаметр с изоляцией, *мм*	Вес 1 000 *м* с изоляцией, *кг*	Диаметр с изоляцией, *мм*	Вес 1 000 *м* с изоляцией, *кг*
0,05	0,00196	8 920	0,0175	0,06	0,018	0,110	0,026	0,10	0,024	0,15	0,033	—	—	—	—
0,06	0,00283	6 180	0,0252	0,07	0,026	0,120	0,034	0,11	0,032	0,16	0,041	—	—	—	—
0,07	0,00385	4 540	0,0343	0,08	0,035	0,130	0,045	0,12	0,042	0,17	0,052	—	—	—	—
0,08	0,00502	3 480	0,0448	0,09	0,046	0,140	0,057	0,13	0,054	0,18	0,065	—	—	—	—
0,09	0,00636	2 750	0,0567	0,10	0,058	0,150	0,070	0,14	0,067	0,19	0,078	—	—	—	—
0,10	0,00785	2 230	0,070	0,115	0,073	0,165	0,089	0,15	0,083	0,20	0,103	—	—	—	—
0,11	0,00950	1 840	0,085	0,125	0,088	0,175	0,105	0,16	0,100	0,21	0,120	—	—	—	—
0,12	0,01131	1 546	0,101	0,135	0,104	0,185	0,132	0,17	0,117	0,22	0,138	0,21	0,127	0,225	0,134
0,13	0,01327	1 317	0,118	0,145	0,121	0,195	0,141	0,18	0,135	0,23	0,157	0,22	0,146	0,235	0,153
0,14	0,01539	1 136	0,137	0,155	0,140	0,205	0,161	0,19	0,155	0,24	0,178	0,23	0,167	0,245	0,173
0,15	0,01767	989	0,158	0,165	0,161	0,215	0,184	0,20	0,177	0,25	0,201	0,24	0,188	0,255	0,198
0,16	0,02011	869	0,179	0,175	0,183	0,225	0,206	0,21	0,199	0,26	0,224	0,25	0,211	0,265	0,220
0,17	0,02270	770	0,202	0,186	0,206	0,235	0,230	0,22	0,223	0,27	0,249	0,26	0,235	0,275	0,244
0,18	0,02545	687	0,227	0,195	0,231	0,245	0,256	0,23	0,249	0,28	0,276	0,27	0,262	0,285	0,271
0,19	0,02835	617	0,253	0,205	0,258	0,255	0,284	0,24	0,276	0,29	0,304	0,28	0,289	0,295	0,299
0,20	0,03142	556	0,280	0,215	0,285	0,280	0,312	0,26	0,304	0,32	0,333	0,29	0,318	0,310	0,328
0,21	0,03464	505	0,309	0,23	0,316	0,290	0,346	0,27	0,334	0,33	0,364	0,30	0,349	0,320	0,361
0,23	0,04155	421	0,370	0,25	0,378	0,310	0,410	0,29	0,397	0,35	0,429	0,32	0,413	0,340	0,427
0,25	0,04909	356	0,437	0,27	0,445	0,330	0,480	0,31	0,466	0,37	0,501	0,34	0,483	0,360	0,498
0,27	0,05726	305	0,510	0,295	0,521	0,355	0,560	0,33	0,541	0,39	0,578	0,38	0,572	0,405	0,593
0,29	0,06605	265	0,589	0,315	0,601	0,375	0,641	0,35	0,622	0,41	0,661	0,40	0,654	0,425	0,676
0,31	0,07548	232	0,673	0,34	0,688	0,400	0,733	0,37	0,709	0,43	0,749	0,42	0,743	0,450	0,769

Провод без изоляции				Провод в изоляции											
				ПЭ и ПЭЛ		ПЭШО		ПШО		ПБО		ПБО		ПЭБО	
Диаметр провода, *мм*	Площадь поперечного сечения, *мм²*	Сопротивление 1 000 *м* при 20°С, *ом*	Вес 1 000 *м*, *кг*	Диаметр с изоляцией, *мм*	Вес 1 000 *м* с изоляцией, *кг*	Диаметр с изоляцией, *мм*	Вес 1 000 *м* с изоляцией, *кг*	Диаметр с изоляцией, *мм*	Вес 1 000 *м* с изоляцией, *кг*	Диаметр с изоляцией, *мм*	Вес 1 000 *м* с изоляцией, *кг*	Диаметр с изоляцией, *мм*	Вес 1 000 *м* с изоляцией, *кг*	Диаметр с изоляцией, *мм*	Вес 1 000 *м* с изоляцией, *кг*
0,33	0,08553	204	0,762	0,36	0,778	0,420	0,826	0,39	0,800	0,45	0,842	0,44	0,836	0,470	0,863
0,35	0,09621	182	0,857	0,38	0,874	0,440	0,924	0,41	0,897	0,47	0,942	0,46	0,934	0,490	0,963
0,38	0,11341	154	1,01	0,41	1,03	0,470	1,084	0,44	1,054	0,50	1,102	0,49	1,094	0,520	1,126
0,41	0,13202	132	1,18	0,44	1,20	0,505	1,262	0,47	1,223	0,53	1,274	0,52	1,266	0,555	1,307
0,44	0,15205	115	1,36	0,475	1,38	0,535	1,445	0,50	1,404	0,56	1,458	0,55	1,450	0,585	1,493
0,47	0,17349	100	1,55	0,505	1,57	0,565	1,640	0,53	1,598	0,59	1,655	0,58	1,646	0,615	1,691
0,49	0,18848	92,7	1,68	0,525	1,71	0,585	1,780	0,55	1,735	0,61	1,795	0,60	1,785	0,635	1,826
0,51	0,20428	85,6	1,82	0,545	1,85	0,610	1,929	0,57	1,877	0,63	1,939	0,62	1,929	0,66	1,983
0,55	0,23758	73,6	2,12	0,59	2,15	0,650	2,228	0,61	2,178	0,67	2,245	0,66	2,234	0,70	2,292
0,59	0,27340	63,9	2,44	0,63	2,47	0,690	2,561	0,65	2,502	0,71	2,572	0,70	2,560	0,74	2,623
0,64	0,32170	54,3	2,88	0,68	2,91	0,740	3,012	0,70	2,947	0,76	3,023	0,75	3,010	0,79	3,078
0,69	0,37393	46,7	3,33	0,73	3,42	0,790	3,528	0,75	3,458	0,81	3,539	0,80	3,475	0,64	3,549
0,74	0,43008	40,64	3,83	0,79	3,89	0,850	4,006	—	—	—	—	0,85	3,985	0,90	4,082
0,80	0,50265	34,77	4,48	0,85	4,49	0,910	4,618	—	—	—	—	0,91	4,593	0,96	4,698
0,86	0,58088	30,09	5,18	0,91	5,24	0,970	5,379	—	—	—	—	0,97	5,855	1,02	5,465
0,93	0,67929	25,73	6,05	0,98	6,12	1,040	6,273	—	—	—	—	1,04	6,256	1,09	6,365
1,00	0,78540	22,25	7,00	1,05	7,07	1,120	7,236	—	—	—	—	1,125	7,227	1,18	7,335
1,08	0,9161	19,08	8,16	1,14	8,26	1,200	8,435	—	—	—	—	1,205	8,412	1,26	8,575
1,16	1,0568	16,54	9,41	1,22	9,22	1,280	9,709	—	—	—	—	1,285	9,676	1,34	9,850
1,20	1,1310	15,48	10,10	1,26	10,22	1,320	10,308	—	—	—	—	1,325	10,35	1,38	10,53
1,25	1,2272	14,25	10,94	1,31	11,05	1,370	11,250	—	—	—	—	1,375	11,22	1,43	11,41
1,35	1,4314	12,20	12,76	1,41	12,88	1,470	13,090	—	—	—	—	1,475	13,06	1,53	13,26
1,45	1,6513	10,58	14,72	1,51	14,86	1,570	15,080	—	—	—	—	1,575	15,04	1,63	15,26
1,56	1,9113	9,15	17,04	1,62	17,18	—	—	—	—	—	—	1,685	17,38	1,74	17,62

ПРИЛОЖЕНИЕ 14

НАИВЫСШАЯ ДОПУСТИМАЯ НАГРУЗКА ТОКОМ ИЗОЛИРОВАННЫХ ПРОВОДОВ И ПОТРЕБНЫЕ ДЛЯ НИХ ПРЕДОХРАНИТЕЛИ

Сечение в *мм*²	Медь		Алюминий	
	Наивысший ток в *а*	Предохран. на *а*	Наивысший ток в *а*	Предохран. на *а*
1	11	6	8	8
1,5	14	10	11	6
2,5	20	15	16	10
4	25	20	20	15
6	31	25	24	20
10	43	35	34	25

ПРИЛОЖЕНИЕ 15

ЭЛЕКТРОИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

Система приборов	Назначение	Принцип действия	Погрешность
Магнитоэлектрическая	Непосредственное измерение силы тока и напряжения в цепях постоянного тока. При применении термопреобразователей и выпрямителей измерение силы тока и напряжения в цепях переменного тока	Вращающий момент создается благодаря взаимодействию между полем постоянного магнита и одним или несколькими проводниками с током	0,2—2,5%
Электромагнитная	Измерение силы тока и напряжения в цепях переменного и постоянного тока	Вращающий момент создается благодаря взаимодействию между одной или несколькими катушками с током и одной или несколькими частями из мягкого ферромагнитного материала	1,5—2,5%
Электродинамическая	Измерение силы тока, напряжения и мощности в цепях постоянного и переменного тока промышленной частоты	Вращающий момент создается благодаря взаимодействию двух магнитных потоков, создаваемых током, протекающим по обмотке подвижной катушки, и током, проходящим по обмотке неподвижной катушки	0,2—0,5%
Индукционная	Измерение мощности и электроэнергии в цепях переменного тока одной, определенной частоты	Движение подвижной части измерителя создается токами, индуктированными в ней вращающимся, бегущим или переменным магнитным полем	2—2,5%
Термоэлектрическая	Измерение силы тока в цепях переменного тока высокой частоты	Прибор состоит из измерителя высокой чувствительности магнитоэлектрической системы и термопреобразователя	1—5%
Электростатическая	Измерение напряжения в цепях переменного и постоянного тока	Движение подвижной части измерителя создается благодаря взаимодействию электрически заряженных металлических тел	1,5—3%
Детекторная	Измерение силы тока и напряжения в цепях переменного тока частоты до 10 *кгц*	Прибор состоит из измерителя магнитоэлектрической системы и одного или нескольких купроксных выпрямителей, помещенных обычно в корпус прибора	Не менее 1,5%

ПРИЛОЖЕНИЕ 16

БАРРЕТЕРЫ ДЛЯ БЕСТРАНСФОРМАТОРНОГО И УНИВЕРСАЛЬНОГО ПИТАНИЯ ЛАМПОВЫХ ВОЛЬТМЕТРОВ

Основные характеристики	Тип барретера	
	0,3Б65-135	0,3Б17-35
Напряжение сети, *в*	220	110—120
Допустимое напряжение перегрузки, *в*	220	105
Нижний предел барретирования, *вт*	65	17
Верхний предел барретирования, *в*	135	35
Рабочий ток, *а*	0,3	0,3
Ток верхнего предела барретирования, *а*	0,27	0,28
Ток нижнего предела барретирования, *а*	0,31	0,33

ПРИЛОЖЕНИЕ 17

СТАБИЛИЗАТОРЫ НАПРЯЖЕНИЯ ДЛЯ ПОДДЕРЖАНИЯ ПОСТОЯНСТВА РЕЖИМА РАБОТЫ ЛАМПОВОГО ВОЛЬТМЕТРА

Основные характеристики	Тип стабилизатора		
	75С5-30	105С5-30	150С5-30
Предельное значение рабочего тока, *ма*	5—40	5—40	5—40
Напряжение источника питания, при котором обеспечивается нормальная работа стабилизатора, *в* .	105	135	185
Напряжение зажигания, *в* .	100	115	160
Рабочее напряжение, *в* . .	75	105	150
Изменение напряжения при изменении тока через стабиловольт от 5 до 40 *ма*, *в*	5	2	4

ПРИЛОЖЕНИЕ 18

ПАРАМЕТРЫ И ХАРАКТЕРИСТИКИ ЦЕЗИЕВЫХ ФОТОЭЛЕМЕНТОВ

Обозначение типов фотоэлементов	Номинальное рабочее напряжение, *в*	Минимальное значение напряжения зажигания, *в*	Минимальная начальная чувствительность[1], *мка/лм*	Максимальное значение темнового тока[2], *в*	Максимальная крутизна вольт-амперной характеристики[3], %	Максимальное снижение частотной характеристики в полосе 300—8 000 *гц*, *дб*	Максимальная относительная величина шумов[4], *дб*	Максимальная потеря начальной чувствительности после непрерывной работы в течение 700 час., %
ЦГ-1	240	300	75	1.10^{-7}	2,2	—7	—68	65
ЦВ-1	240	—	20	1.10^{-7}	—	—	—	—
ЦГ-3	240	300	100	1.10^{-7}	2,2	—5	—72	75
ЦВ-3	240	—	20	1.10^{-7}	—	—	—	—
ЦГ-4	240	300	100	1.10^{-7}	2,2	—7	—72	75
ЦВ-4	240	—	20	1.10^{-7}	—	—	—	—

[1] Чувствительность характеризует способность фотоэлемента реагировать на действие неразложенного излучения. Количественным выражением этого служит отношение возникающего в цепи фотоэлемента при его освещении фототока, выраженного в микроамперах, к величине действующего на фотоэлемент светового потока, выраженного в люменах.

[2] Темновым называется ток, протекающий через фотоэлемент, включенный нормальным образом и находящийся в темноте.

[3] Вольтамперная характеристика дает зависимость фототока от напряжения на фотоэлемент при постоянной заданной величине светового потока.

[4] Термин „шумы" служит для обозначения собственных помех фотоэлемента, обусловленных физическими процессами, связанными с протеканием тока, в результате которых постоянство тока в цепи фотоэлемента при постоянстве светового потока не является абсолютным. В схемах автоматического контроля при малой величине полезного сигнала высокий уровень шумов приводит к ненадежности работы установки.

ПРИЛОЖЕНИЕ 19

ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ И ХАРАКТЕРИСТИКИ СУРЬМЯНО-ЦЕЗИЕВЫХ ФОТОЭЛЕМЕНТОВ

(При величине светового потока от 0,01 до 0,06 лм)

Обозначение типов фотоэлементов	Номинальное рабочее напряжение, *в*	Минимальная чувствительность, *мка/лм*	Максимальная величина темнового тока, *а*	Максимальное снижение частотной характеристики в полосе 300—8 000 *гц*, *дб*	Максимальная потеря начальной чувствительности после непрерывной работы в течение 1 000 час., %
СЦВ-3	240	80	1.10^{-8}	—3	25
СЦВ-4	240	80	1.10^{-7}	—3	25
СЦВ-51	240	80	1.10^{-8}	—3	25

ПРИЛОЖЕНИЕ 20

ДАННЫЕ ЩЕЛОЧНЫХ АККУМУЛЯТОРОВ

Тип	Число элементов в батарее	Номинальное напряжение, *в*	Нормальный 6-часовой режим заряда			Нормальный часовой режим разряда		
			Сила тока, *а*	Емкость, *ач*	Наименьшее напряжение заряженной батареи, *в*	Сила тока, *а*	Емкость, *ач*	Наименьшее напряжение в конце разряда, *в*
64АКН-2,25	64	80	0,56	3,36	83,2	0,28	2,25	64
2НКНК-45М	2	2,5	11,25	67,5	2,6	5,65	45	2
4НКН-45М	4	5	11,25	67,5	5,2	5,65	45	4
5НКН-45	5	6,25	11,25	67,5	5,2	5,65	45	5
6НКН-45	6	7,5	11,25	67,5	7,8	5,65	45	6
10НКН-45	10	12,5	11,25	67,5	13	5,65	45	10
5НКН-60	5	6,25	15	90	6,5	7,5	60	5
5НКН-100М	5	6,25	25	150	6,5	12,5	100	5
НКН-10	—	1,25	2,5	15	1,3	1,25	10	1
НКН-22	—	1,25	5,5	33	1,3	2,75	22	1
НКН-45	—	1,25	11,25	67	1,3	5,65	45	1
НКН-60	—	1,25	15,0	90	1,3	7,5	60	1
НКН-100	—	1,25	25,0	150	1,3	12,5	100	1

ПРИЛОЖЕНИЕ 21

ДАННЫЕ КИСЛОТНЫХ АККУМУЛЯТОРОВ

Тип	Назначение	Число элементов в батарее	Номинальное напряжение, *в*	Емкость, *ач*	Режим 10-час. разряда		
					Сила тока, *а*	Емкость, *ач*	Конечное напряжение, *в*
40РАЭ-3	Для питания анодов ламп . . .	40	80	3	0,1	2,5	72
10РАЭ-5	То же . . .	10	20	5	0,16	4	18
10РАДАН-5	» » . . .	10	20	5	0,16	4	18
10РАДАН-10	» » . . .	10	20	10	0,32	8	18
РНП-60	Для питания нитей накала ламп .	2	4	60	6,0	60	3,6
2РНП-40	То же . . .	2	4	40	1	40	3
2РНП-60	» » . . .	2	4	60	6	60	3,6
2РНП-80	» » . . .	2	4	80	8	80	3,6
3РНЭ-40	» » . . .	3	6	40	4	40	5,4
3РНЭ-60	» » . . .	3	6	60	6	60	5,4
3РНЭ-80	» » . . .	3	6	80	8	80	5,4

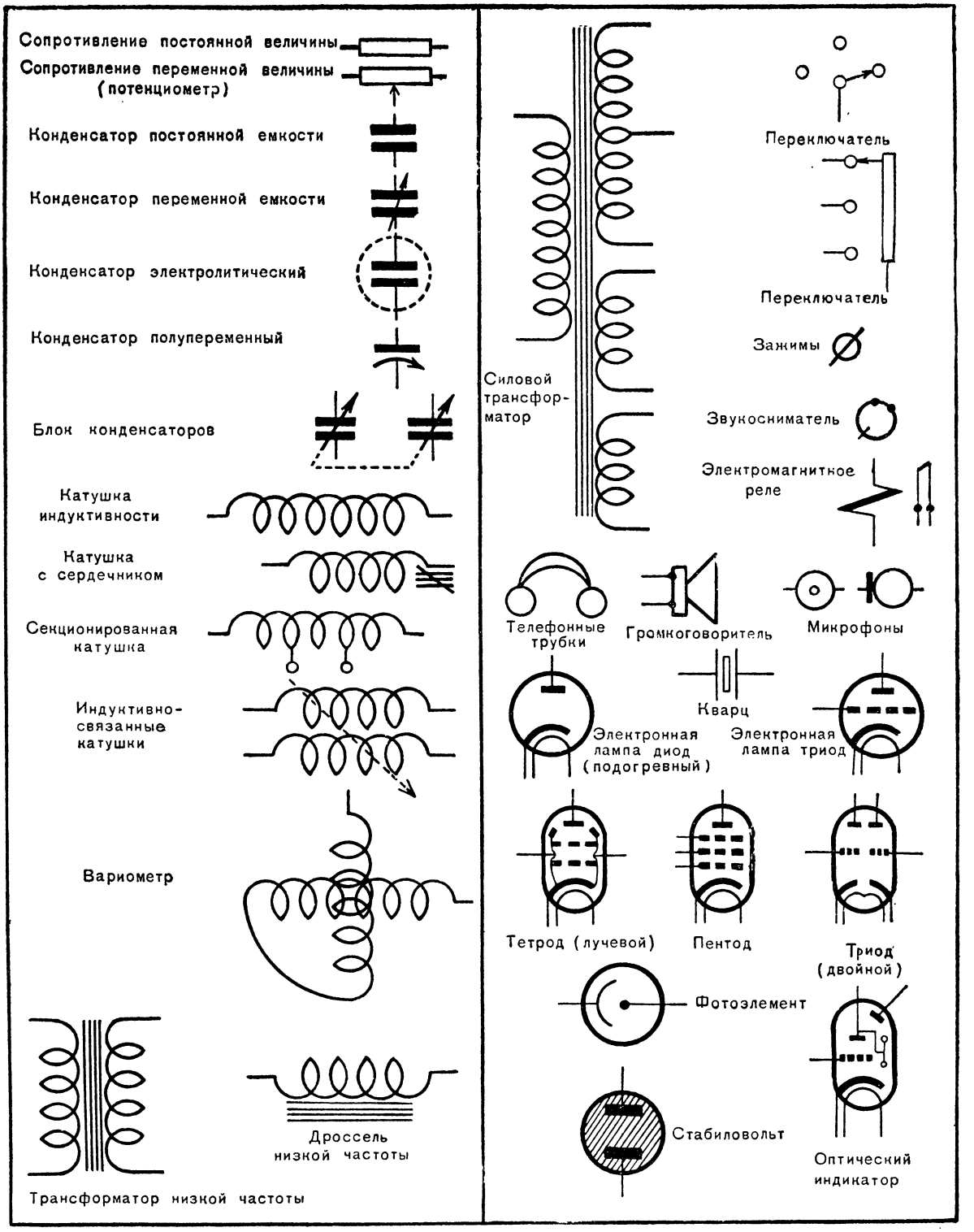
ПРИЛОЖЕНИЕ 22

ТАБЛИЦА СПРАВОЧНЫХ ДАННЫХ МАЛОМОЩНЫХ КЕНОТРОНОВ

Условные обозначения (тип кенотрона)	Данные цепи накала		Максимальное выпрямленное напряжение U_0, *в*	Максимальный средн. выпрямит. ток J_0, *ма*	Максим. мощн. потерь на аноде P_a, *ма*	Максимальная амплитуда обратного напряжен., *в*	Максимальный импульс анодного тока, *ма*	Внутреннее сопротивление P_i, *ом*	Примечание
	Напряжение, *в*	Ток, *а*							
5ВХ1 (5Ц4-С)	5	2	400	125	5	1 400	375	200	Двуханодный кенотрон
5ВХ2 (5И4-С)	5	3	450	225	—	1 550	700	—	Двуханодный кенотрон
5ВХ3 (5V-С)	5	2	400	125	—	1 400	375	—	Двуханодный кенотрон
6ВХ1 (6Х5-С) . . .	6,3	0,6	350	70	—	1 250	210	—	Двуханодный кенотрон
ВД8 (2Х2/879) . . .	2,5	1,75	—	7,5	—	12 500	100	—	Одноанодный высоковольтный кенотрон
3ОВХ1 (3ОЦ6-С) .	30	0,3	250	90	—	—	250	100	Двуханодный кенотрон
3ОВД1 (3ОЦ1-М) .	30	0,3	250	90	—	—	250	—	Двуханодный кенотрон
ВО-188	4	2,05	400	150	—	1 300	500	100	Двуханодный кенотрон
ВО-239	4	2,05	500	180	15	1 800	600	—	Одноанодный кенотрон
V-1906	4	2,5	—	—	—	4 000	—	400	Высоковольтн. кенотрон

ПРИЛОЖЕНИЕ 23

УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ НА РАДИОСХЕМАХ



ПРИЛОЖЕНИЕ 24

ПРИЕМНО-УСИЛИТЕЛЬНЫЕ ЛАМПЫ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Обозначение ламп	Тип ламп	Напряжение накала	Ток накала	Напряжение на аноде	Напряжение на экр. сетке	Напряжение смещения	Анодный ток	Ток экранной сетки	Крутизна	Коэфф. усиления	Внутреннее сопротивление	Сопротивлен. нагрузки	Выходная мощность	Максим.-допустимая мощность, рассеиваемая анодом	Емкость анод-сетка
		в	*ма*	*в*	*в*	*в*	*ма*	*м*	*ма/в*	—	*килоом*	*килоом*	*вт*	*вт*	*пф*
2Ж2М	Пентод в/ч	2	60	120	70	—1	1	0,3	0,8	1 200	1 500	—	—	0,5	0,02
2К2М	Пентод в/ч варимю	2	60	120	70	—0,5	2	0,6	0,95	950	1 000	—	—	0,5	0,02
УБ-240	Триод	2	120	120	—	—1	3,5	—	1,55	22	14	—	—	0,6	2,8
СБ-242	Гептод-преобразователь	2	160	120	70	0	2,2	2,3	0,45	—	150	—	—	0,7	0,45
СО-243	Двойной триод кл. В.	2	240	120	—	0	6,4	—	—	—	—	8	0,8	3	—
СБ-244	Оконечный пентод	2	185	120	120	—2,5	4	0,75	1,8	—	150	30	0,15	1,5	0,5
СБ-258	Оконечный пентод	1,8	320	160	120	—6	10	1,7	2	—	80	20	0,45	2	0,5
1К1П	Пентод в/ч	1,2	60	90	45	0	1,8	0,65	0,75	—	800	—	—	—	—
1А1П	Преобразователь	1,2	60	90	45	0	0,8	1,9	0,25	—	800	—	—	—	—
1Б1П	Диод-пентод	1,2	60	90	68	0	1,6	0,4	0,62	—	600	10,00	—	—	—
2П1П	Оконечный пентод	1,2	120	90	90	—4,5	9,5	2,1	2,15	—	100	10	0,27	—	—
0,6П2Б	Миниатюрный пентод предв. усилен.	0,62	30	30	30	0	0,2	0,06	0,17	90	500	1 000	—	—	—
1П2Б	Миниатюрный пентод для вых. ступени	1,25	50	45	45	—2	0,6	0,25	0,5	—	360	50	0,01	—	—

ПРИМЕЧАНИЯ. 1. Для ламп СБ-242 и 1А1П указана крутизна преобразования.

2. Для лампы СО-243 данные соответствуют режиму кл. В. Анодный ток указан общий, при отсутствии сигнала. Сопротивление нагрузки указано для двухтактной схемы (приведенное сопротивление между анодами). Максимально допустимая мощность заводного рассеяния указана суммарная — на два анода. Коэффициент усиления каждого триода = 24, крутизна для каждого триода = 2 *ма/в*. Емкость анод-сетка на один триод = 3,4 *пф*.

3. Все перечисленные в таблице лампы имеют стеклянный баллон.

4. Напряжение и ток накала 2П1П указаны для последовательного соединения половин нити накала.

ПРИЛОЖЕНИЕ 25

ЦОКОЛЕВКА

приемно-усилительных сетевых ламп

ПЕНТОДЫ ВЫСОКОЧАСТОТНЫЕ

Верхний колпачок

6К3 (6SK7), 6Ж8 (6SJ7) 12К3 (12SK7), 12Ж8 (12SJ7) 6Ж4 (6AC7)

6Ж3 (6SH7) 6К4 (6SG7) 12К4 (12SG7)

6Н7, 6Ж7, 6К9С (6К9М) 6Ж6С (Z-62-D)

6К1П (9003) 6Ж3П (6АЖ5) ПАЛЬЧИКОВЫЕ

ГЕПТОДЫ

Верхний колпачок

6А7 (6SA7)

6А10С (6А10)

6А8

6Л7

ДВОЙНЫЕ ТРИОДЫ

6Н7, 6Н7С

6Н8С (6Н8М 6SN7)

6Н9С (6Н9М 6SL7)

6Н15П (6J6) ПАЛЬЧИКОВЫЙ

ТРИОДЫ ПОДОГРЕВНЫЕ

6С2С (6J5) 6С5

6Ф5, 6Ф6С

ТРИОД ПРЯМОГО НАКАЛА

6С4С (6В4)

ДВОЙНОЙ ДИОД-ПЕНТОД

6Б8С (6В8)

ДВОЙНОЙ ДИОД-ТРИОД

6Г7, 6Г7С

6Ф6С

ДВОЙНОЙ ДИОД-ТРИОД

6П6С (6V6G 6V6) 6П3С (6П3, 6Л6С, 6Л6) 30П1С

6Г1 (6SR7), 6Г2 (6SQ7) 12Г1 (12SR7) 12Г2 (12SQ7)

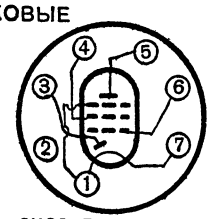
ЦОКОЛЕВКА

приемно-усилительных батарейных ламп

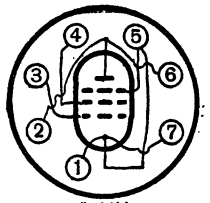
ПАЛЬЧИКОВЫЕ

ГЕПТОД 1А1П

ПЕНТОД 1К1П

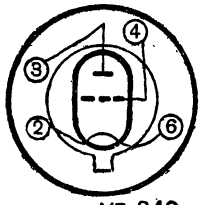


ДИОД-ПЕНТОД 1Б1П

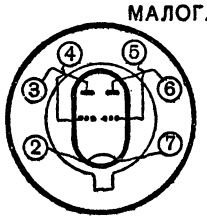


ОКОНЕЧНЫЙ НЧ ПЕНТОД 2П1П

МАЛОГАБАРИТНЫЕ

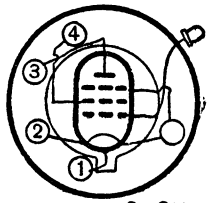


ТРИОД УБ-240

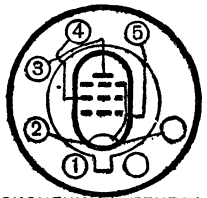


ДВОЙНЫЕ ТРИОДЫ 1Н3С (1Н1) и СО-243

ГЕПТОД СБ-242

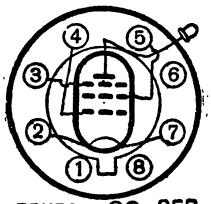


ПЕНТОДЫ 2К2М, 2Ж2М и СО-241



ОКОНЕЧНЫЕ ПЕНТОДЫ СБ-244 и СБ-258

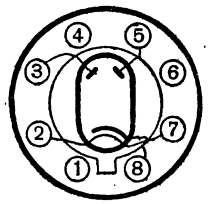
У некоторых стеклянных вариантов ламп штырьки 1 свободные. На чертежах показан вид на цоколи со стороны штырьков (снизу)



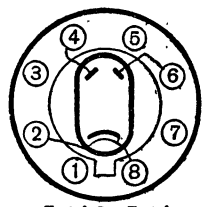
ПЕНТОД СО-257

ЦОКОЛЕВКА

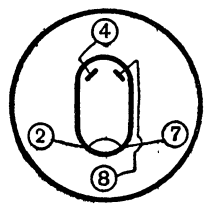
выпрямительных и некоторых сетевых ламп



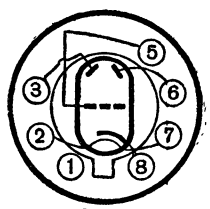
6Ц5С



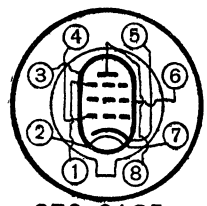
5Ц4С, 5U4С



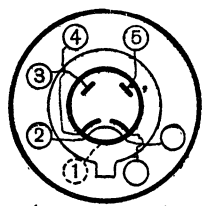
ВО-188



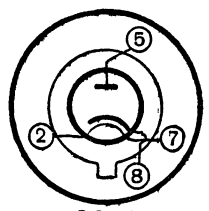
6Е5С



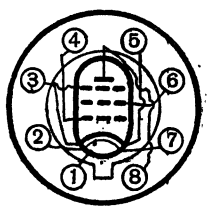
6П9, 6АС7



6Х6С (6Х6М, 6Х6), 30Ц1М



30Ц1М



6SH7, 6SG7

ПРИЛОЖЕНИЕ 26

СЕТЕВЫЕ ПРИЕМНО-УСИЛИТЕЛЬНЫЕ ЛАМПЫ

Обозначение лампы	Тип лампы	Напряжение накала	Ток накала	Напряжение на аноде	Напряжение на экр. сетке	Напряжение смещения	Анодный ток	Ток экранной сетки	Крутизна	Коэффициент усиления	Внутреннее сопротивление	Сопротивлен. нагрузки	Выходная мощность	Максимум допуст. мощност., рассеив. анодом	Емкость анода упр. сетка
		в	*а*	*в*	*в*	*в*	*ма*	*ма*	*ма/в*	—	*ком*	*ком*	*вт*	*вт*	*мкмкф*
4Ж5С	Пентод в/ч	4	1,0	160	60	— 2	5,4	3,5	2,3	—	—	—	—	—	0,03
4Ф6С	Оконечный пентод	4	1,1	250	250	—16,5	34	6	2,5	20	80	7	2,5	10	—
6А8	Гептод-преобразователь	6,3	0,3	250	100	— 3	3	2,7	0,51	—	360	—	—	1	0,06
6Ж4	Телевизионный пентод	6,3	0,45	300	150	— 2,5	10	2,5	9	6 700	1 000	—	—	3	0,015
6П9	Телевизионный пентод видеочастоты	6,3	0,65	300	150	— 3	30	7	11	—	130	10	—	9	0,06
6Г7	Двойной диод-триод	6,3	0,3	250	—	— 3	1,1	—	1,2	70	58	—	—	—	1,4
6Е5С	Электронный индикатор	6,3	0,3	250	—	— 8(0°)	0,1	—	—	—	—	—	—	—	—
6Ж1Ж	Пентод УВЧ (жолудь)	6,3	0,15	250	100	— 3	3	0,7	1,6	1 700	1 200	—	—	1,2	0,018
6Ж7	Пентод Н. Ч.	6,3	0,3	250	100	— 3	2	0,5	1,2	1 400	1 200	—	—	0,75	0,006
6К1Ж	Пентод УВЧ варимю (жолудь)	6,3	0,15	250	100	— 3	3	0,7	1,5	1 600	1 200	—	—	1,2	0,018
6К7	Пентод в. ч. варимю	6,3	0,3	250	100	— 3	7	1,7	1,45	1 200	800	—	—	2,25	0,005
6К9М	Пентод в. ч. варимю	6,3	0,3	250	100	— 3	9	2,6	2	1 600	800	—	—	3	0,005
6Н7С	Двойной триод	6,3	0,8	250	—	— 5	7	—	3,1	35	11,3	8	10	11	—
6Н8М	Двойной триод	6,3	0,6	250	—	— 8	9	—	2,6	20	17,7	—	—	2,5	2,8
6Н9М	Двойной триод	6,3	0,3	250	—	— 2	2,3	—	1,6	70	44	—	—	1	4
6П3	Лучевой тетрод	6,3	0,9	250	250	—14	78	7	6	—	25	2,5	6,5	20,5	1
6С1Ж	Триод УВЧ (жолудь)	6,3	0,15	180	—	— 5	4,3	—	2,1	25	12,5	—	—	1,5	1,4
6С5М	Триод	6,3	0,3	250	—	— 8	8	—	2,2	20	10	—	—	2,5	2
6Ф5	Триод с большим μ	6,3	0,3	250	—	— 2	1	—	1,6	100	63	—	—	0,4	2
6Ф6С	Оконечный пентод	6,3	0,7	250	250	—16,5	34	7	2,5	—	80	7	3,2	10	0,6
6Х6М	Двойной диод	6,3	0,3	125	—	—	4	—	—	—	—	—	—	—	—
6А7	Гептод-преобразователь	6,3	0,3	100	100	— 2	3,5	8,5	0,45	—	50	—	—	1	0,13
6П6	Лучевой тетрод	6,3	0,45	250	250	—12,5	45	4,5	4,1	—	52	5	4,5	12	0,7
30П1М	Лучевой тетрод	30	0,3	110	110	— 7,5	70	16	10	—	9	1,8	1,6	7	—
УО-186	Оконечный триод	4	1,0	250	—	—37,5	57	—	3,2	4	1,2	3	1,5	15	8,2
6К3	Пентод в. ч. варимю	6,3	0,3	250	100	— 3	1,3	3,4	2	1 600	120	—	—	4	0,003
6Ж8	Пентод н. ч.	6,3	0,3	250	100	— 3	3	0,8	1,65	2 500	700	—	—	2,5	0,005
6Г2	Двойной диод-триод	6,3	0,3	250	—	— 2	0,9	—	1,1	100	91	—	—	—	1,6
6Ж3П	Пальч. пентод	6,3	0,3	125	1 243	— 6	7,2	2,1	5,1	—	420	—	—	—	0,025
6В8	Двойной диод-пентод	6,3	0,3	250	125	— 3	—	—	—	—	600	—	—	2,5	0,005

ПРИЛОЖЕНИЕ 27

ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭЛЕМЕНТОВ И БАТАРЕЙ

Тип элементов и батарей	Назначение элементов и батарей	Начальная электрическ. характеристика			Режим разряда		Сохранность		Размеры в *мм*			Вес, *г*
		ЭДС в *в*	Напряжение в *в*	Емкость в *ач*	Средняя сила тока в *ма*	Конечное напряжение в *в*	Срок мес.	Емкость в конце срока в *ач*	Ширина	Длина	Высота	
БНС-МВД-500	Батарея накала	1,4	1,3	500	500	0,8	9	—	110	145	120	—
БНС-100	»	1,54	1,5	100	150	0,7	10	70	75	78	178	2 300
66-МВД	»	1,4	1,3	150	250	0,7	9	110	55	55	126	—
36-МВД	»	1,4	1,35	45	60	0,7	9	23	97	57	132	700
ЗС-Л-30	»	1,5	1,44	30	60	0,7	18	24	57	57	132	700
Батарея анодная и накальная для приемника «Тула»	Батарея анода	74	71	1,3	15	40	12	0,95	—	—	—	—
	Батарея накала	3,0	2,88	30	60	1,4	18	24	—	—	—	—
БСГ-60-С-8 для приемника «Искра»	Батарея анода	61	59	8	8	30	12	5,6	—	—	—	—
	Батарея сетки	4,5	4,4	8	8	2	12	5,6	—	—	—	—
БСГ-60-С-2,5	Батарея анода	64	62	2,5	8	30	12	1,7	—	—	—	—
	Батарея сетки	4,5	4,4	2,5	8	2	12	1,7	—	—	—	—
БС-70	Батарея анода	75	73	7	20	35	10	4,9	180	337	120	8 500
Б2С-45	»	47	45	8	20	25	10	6,0	225	310	115	—
БС-МВД-45	»	50	48	10	20	30	8	8,0	280	280	110	—
БАС-80-У-1	»	104	102	1,05	10	60	15	0,7	135	215	70	3 000
БАС-80-Х-1	»	104	102	1,05	10	60	15	0,7	135	215	70	3 000
БАС-80-Л-0,9	»	94	92	0,85	10	50	10	0,65	То же			3 000
БАС-60-У-0,5	»	70	68	0,5	10	40	10	0,3	110	172	48	1 200
БАС-60-Х-0,5	»	70	68	0,5	10	40	10	0,3	То же			1 200
БАС-Г-60-Х-1,3	»	74	71	1,3	15	40	12	0,95	То же			1 200

ПРИМЕЧАНИЕ. Для питания накала приемника «Искра» применяются батареи типа БНС-МВД-400 или БНС-МВД-95 со специальными гнездами для включения фишки питания.

ПРИЛОЖЕНИЕ 28

НОВЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ НАИБОЛЕЕ УПОТРЕБИТЕЛЬНЫХ ПРИЕМНО-УСИЛИТЕЛЬНЫХ ЛАМП

Старое обозначение	Новое обозначение
Двойные диоды	
6Х6М	6Х6С
2Х1	2Х1Л
Триоды	
955	6С1Ж
9002	6С1П
2А3	2С4С
6В4	6С4С
6J5	6С2С
Выходные пентоды и лучевые тетроды	
30П1М	30П1С
12А6	12П4С
6V6	6П6С
6П3	6П3С
6AG7	6П9
507	1П2Б
Пентоды с короткой характеристикой	
954	6Ж1Ж
6Ж13	6Ж13Л
6Н7	6Ж3
6J7	6Ж7
6SJ7	6Ж8
12SJ7	12Ж8
6АС7	6Ж4
6АЖ5	6Ж3П
Z-62-Д	6Ж6С
505	06П2Б
Пентоды с удлиненной характеристикой	
956	6К1Ж
6К9М	6К9С
6SK7	6К3
9003	6К1П
6ВА6	6К2П
12SK7	12К3
Частотно-преобразовательные лампы	
6SA7	6А7
6А10	6А10С
Л-99	6А2П
Триоды с одним или двумя диодами	
6SQ7	6Г2
6SR7	6Г1
12SQ7	12Г2
12R7	12Г1
Пентоды с одним или двумя диодами	
6В8М	6Б8С
Л-100	6Б2П
Двойные триоды	
6Н15	6Н15П
6Н8М	6Н8С
1-Н-1	1Н3С
6Н9М	6Н9С
6Н11	6Н5С
Указатели настройки	
6Е5	6Е5С
Кенотроны маломощные	
4Д2	4Ц6С
2Х2/879	2Ц2С
1Ц1	1Ц1С
5Ц4С	5Ц3С
6Х5С	6Ц5С
6Х4П	6Ц4П

ПРИЛОЖЕНИЕ 29

ТАБЛИЦЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ШЕСТЕРЕН

Таблица № 1

Число зубьев	12	24	36	48	60
№ по пор.	1	2	3	4	5

Таблица № 2

Передаточное отношение	1:1	1:1,5	1:2	1:2,5	1:3	1:4	1:5
Число зубьев у сцепляемых шестерен	12 12	16 24	12 24	24 60	12 36	12 48	12 60

Шестерни с вывернутыми зубьями

№ шестерни	Число зубьев	Глубина прореза	Ширина зуба	Шаг по наружному диаметру	Наружный диаметр шестерни
1	12	от 5 до 6			23
2	24				46
3	36				59
4	48				92
5	60				115

Шестерни с зубьями по окружности: шпилечными и пластинчатыми

№ шестерни	Число зубьев	Наружный диаметр колеса *Д*	Высота зуба	Рекомендуемая ширина пластинчатых зубьев
1	12	20	от 5 до 6	4; 5; 6; 8; 10; 12
2	24	46		
3	36	72		
4	48	98		
5	60	124		

Шестерни с боковыми шпилечными зубьями

№ шестерни	Число зубьев	Диаметр расположения зубьев	Примерный наружный диаметр колеса	Высота зуба
1	12	26	32	от 5 до 6
2	24	52	60	
3	36	78	86	
4	48	104	112	
5	60	130	138	

ПРИЛОЖЕНИЕ 30

ЗВЕЗДОЧКИ ДЛЯ ЦЕПНОЙ ПЕРЕДАЧИ

Звездочки для проволочных цепей

	Число зубьев	8	12	16	24	32	40
Шаг 8 *мм*	Диаметр колеса	18	27	37	58	78	98
Шаг 10 *мм*	Диаметр колеса	23	37	48	74	99	124

Звездочки для пластинчатых цепей

Число зубьев	8	12	16	24	32	40
Диаметр колеса	16	25	35	56	76	98

Звездочки металлические

	Число зубьев	8	12	16	24	32	40
Шаг 8 *мм*	Диаметр делительной окружности	21	31	41	61,5	82	102
	Диаметр наружной окружности	24	35,5	45	65,5	86	106,5
Шаг 10 *мм*	Диаметр делительной окружности	26	38,5	51,5	77	102,5	127
	Диаметр наружной окружности	30	43,5	56,5	82	207,5	133

ТАБЛИЦА ЗАВИСИМОСТИ ПЕРЕДАТОЧНЫХ ЧИСЕЛ ОТ КОЛИЧЕСТВА ЗУБЬЕВ

Передаточное число	1:1		1:1,5		1:2		1:2,5		1:3		1:3,3	1:4		1:5	
Число зубьев . .	8; 8	6; 6	8; 12	12; 18	8; 16	6; 12	16; 40	12; 30	8; 24	6; 18	12; 40	8; 32	6; 24	8; 40	6; 30

ПРИЛОЖЕНИЕ 31

ТАБЛИЦА ДЛЯ ПОДБОРА ВИНТОВЫХ ПРУЖИН

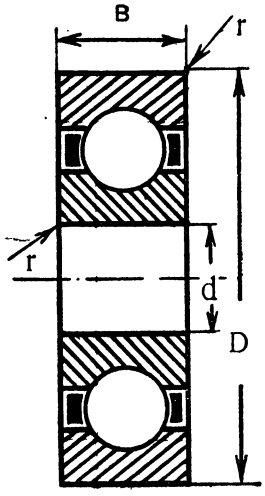
Д — наружный диаметр пружин	*d* — диаметр проволоки в *мм*								
	0,2	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1
	P — допустимая нагрузка в *кг* / *F* — удлинение 1-го витка в *мм*								
2	0,069 / 0,25	0,14 / 0,193							
3	00,44 / 0,603	00,89 / 0,476	0,157 / 0,4	0,386 / 0,266	0,785 / 0,2	1,41 / 0,15			
4	0,065 / 0,882	0,115 / 0,73	0,279 / 0,5	0,56 / 0,385	1,0 / 0,3	1,63 / 0,24	2,5 / 0,2		
5			0,09 / 1,17	0,218 / 0,82	0,436 / 0,64	0,77 / 0,5	1,25 / 0,41	1,91 / 0,35	3,9 / 0,25
8				0,132 / 2,27	0,26 / 1,77	0,46 / 1,43	0,74 / 1,2	1,12 / 1	2,24 / 0,77
10					0,21 / 2,84	0,36 / 2,3	0,58 / 1,94	0,875 / 1,67	1,75 / 13
12						0,3 / 3,4	0,48 / 2,85	0,72 / 2,5	1,43 / 9
15							0,38 / 4,6	0,57 / 4,1	1,12 / 3,1
20									0,83 / 5,7

ПРИЛОЖЕНИЕ 32

ШАРИКОПОДШИПНИКИ

Шарикоподшипники радиальные однорядные

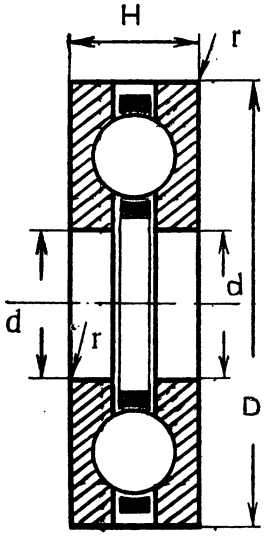
(Легкая серия)



Условное обозначение подшипника	Размеры подшипника в *мм*				Допустимая статическая нагрузка в *кг*	Предельное число оборотов в минуту
	d	*D*	*B*	*r*		
3	3	10	4	0,5	15	10 000
4	4	16	5	0,5	28	10 000
5	5	19	5	0,5	43	10 000
6	6	19	6	0,5	85	10 000
7	7	22	7	0,5	95	10 000
8	8	22	7	0,5	95	10 000
9	9	26	8	1	140	10 000
200	10	30	9	1	180	10 000
201	12	32	10	1	210	10 000
202	15	35	11	1	240	10 000

Шарикоподшипники упорные одинарные

(Особо легкая серия)



$d_1 = d + 0,2$

Условное обозначение подшипника	Размеры подшипника в *мм*				Допустимая статическая нагрузка в *кг*	Предельное число оборотов в минуту
	d	*D*	*H*	*r*		
8100	20	24	9	0,5	600—750	5 000
8101	12	26	9	0,5	680—830	5 000
8102 8103	15 17	28 30	9 9	0,5 0,5	830—900 910—1 060	5 000 5 000
	(легкая серия)					
8200 8201 8202 8203	10 12 15 17	26 28 32 35	11 11 12 12	1 1 1 1	720—920 850—1 050 950—1 150 1 200—1 300	5 000 5 000 5 000 5 000

ПРИЛОЖЕНИЕ 33

КЛАССИФИКАЦИОННАЯ ТАБЛИЦА САМОХОДНЫХ, ПАРУСНЫХ И НАСТОЛЬНЫХ МОРСКИХ МОДЕЛЕЙ

№ п/п. групп	Наименование классов судов, модели которых объединяются группой	Характеристика моделей (частные требования): масштаб или условное обозначение класса	наибольшая допустимая длина модели, *мм*	масштабные скорости, *м/сек*	наименьшая дальность плавания, *м*	тип двигателя в условных обозначениях[1]	наименьший угол крана при сохранен. остойчивости (в градусах)	предельные отклонения от заданного курса в % к пройденной дистанции	наибольший диаметр циркуляции в длинах модели
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Линкоры, авианосцы, крейсеры	1/200 1/150 1/100	3 000	0,9 1,0 1,5	75 100 150	Э. П. Д.	35	10	8
2	Эсминцы, миноносцы, сторожевые корабли, большие охотники	1/100 1/75 1/50	1 800	1,5 1,8 2,1	50 50 100	Э. П. Д. М. Э. П. Д. Э. П. Д.	35	10	6
3	Тральщики, канлодки, мониторы	1/100 1/75 1/50	1 200	0,9 0,9 1,0	50 50 75	Э. П. Д. М. Э. П. Д. М. Э. П. Д.	35	10	5
4	Торпедные катера, малые охотники, сторожевые катера, бронекатера	1/50 1/20	1 200	2,8 4,0	50 75	Э. Д. М. Э. Д. Р.	35	10	6
5	Подводные лодки	1/100 1/75 1/50	2 000	0,6 0,7	15 30 (Подводная)	Э. М. Э.	35	10	6
6	Суда специального назначения, вспомогательные суда морского флота	1/100 1/75 1/50	1 500	0,6 0,6 0,7	75 75 100	Э. П. Д. М. Э. П. Д. Э. П. Д.	35	10	Не устанавливается
7	Суда морского флота	1/100 1/75 1/50	3 000	0,6 0,6 0,7	75 75 100	Э. П. Д. М. Э. П. Д. М. Э. П. Д. М.	35	10	6
8	Суда речного флота (гражданские и военные)	1/100 1/75 1/50	1 700	0,6 0,6 0,7	50 50 75	Э. П. Д. М. Э. П. Д. М. Э. П. Д. М.	—	10	5
9	Скоростные спортивные суда	По выбору	1 500	3	100	Д. Р.	Не устанавливается		
				Парусные суда					
10	Двух-, трех- и четырехмачтовые парусные суда с косым и прямым вооружением	1/100 1/75 1/50	1 200	—	—	В	35	10	—
11	Спортивные парусные модели СССР и парусные модели международных классов:								
	а) национальные классы	К П Ш	$(18-\sqrt{S}).100$ 750 ± 50 400 ± 30	По правилам классификации и обмера					
	б) яхты — модели международных классов	А М	по правилам $1\,270\pm6$						
				Настольные модели					
12	Модели кораблей и судов всех классов	1/200	Для моделей, соответствующих 1-й группе настоящей таблицы						
		1/100	Для моделей, соответствующих 2, 3, 5, 6, 7, 8-й и 10-й группам таблицы						
	Модели кораблей и судов оригинальной конструкции	1/50	Для моделей, соответствующих 4-й группе и спортивным парусным судам						

[1] Типом модели называется подразделение модели внутри каждой группы, определяемое видом двигателя, применяемым для движения модели со следующими условными буквенными обозначениями:

а) электрические — „Э“,
б) паровые — „П“,
в) дизельные — „Д“,
г) механические (резина, пружина) — „М“,
д) реактивные — „Р“,
е) парусные — „В“,
ж) настольные — „Н“.

ПРИЛОЖЕНИЕ 34

СООТНОШЕНИЯ МЕЖДУ ДЛИНОЙ, ШИРИНОЙ И ОСАДКОЙ СУДНА

Тип судна	Ширина меньше длины	Осадка меньше ширины	Высота борта больше осадки
Большое пассажирско-океанское	от 8 до 10 раз	от 2,4 до 2,8 раза	от 1,6 до 1,8 раза
Среднее грузо-пассажирское	„ 6 „ 7,5 раза	„ 2,5 „ 3,8 „	„ 1,2 „ 2 раз
Среднее и большое грузовые	„ 6,5 „ 8 раз	„ 2,0 „ 2,6 „	„ 1,1 „ 1,5 раза
Буксир	„ 4 „ 6,5 раза	„ 2,0 „ 2,7 „	„ 1,2 „ 1,6 „
Парусное грузовое	„ 5,5 „ 7,5 „	„ 2,0 „ 2,6 „	„ 1,2 „ 1,6 „
Линкор	„ 6 „ 8,5 „	„ 2,4 „ 3,5 „	„ 1,45 „ 1,5 „
Крейсер	„ 9 „ 11 раз	„ 2,2 „ 3,3 „	„ 1,75 „ 1,8 „
Эсминец	„ 9 „ 12 „	„ 2,3 „ 4,5 „	„ 1,75 „ 1,85 „
Речное пассажирское	„ 10 „ 12 „	„ 2,8 „ 7,5 „	
Колесное буксирное	„ 6,5 „ 8 „	„ 2,4 „ 5,0 „	„ 1,8 „ 3,6 „

ПРИЛОЖЕНИЕ 35

ЗНАЧЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ПОЛНОТЫ ВОДОИЗМЕЩЕНИЯ

Тип судна	Коэффициент полноты водоизмещения
Большое пассажирско-океанское	от 0,57 до 0,71
Среднее грузо-пассажирское	„ 0,50 „ 0,68
Среднее и большое грузовые	„ 0,70 „ 0,78
Буксир	„ 0,46 „ 0,50
Парусное грузовое	„ 0,42 „ 0,70
Линкор	„ 0,57 „ 0,63
Крейсер	„ 0,45 „ 0,65
Эсминец	„ 0,40 „ 0,54
Речное пассажирское	„ 0,70 „ 0,89
Колесное буксирное	„ 0,65 „ 0,85

ПРИЛОЖЕНИЕ 36

ЗНАЧЕНИЕ МАСШТАБНЫХ ЧИСЕЛ В РАЗЛИЧНЫХ СТЕПЕНЯХ

Масштаб	1:20	1:50	1:75	1:100	1:200	
Масштабное число λ	20	50	75	100	200	Длина модели $= \frac{\text{длина судна}}{\lambda}$
$\sqrt{\lambda}$	4,47	7,07	8,66	10	14,14	Скорость модели $= \frac{\text{скорость судна}}{\sqrt{\lambda}}$
λ^3	8 000	125 000	421 900	1 000 000	8 000 000	Водоизмещение модели $= \frac{\text{водоизмещение судна}}{\lambda^3}$
$\lambda^{3,5}$	35 800	885 000	3 670 000	10 000 000	113 000 000	Мощность модели $= \frac{\text{мощность судна}}{\lambda^{3,5}}$

ПРИЛОЖЕНИЕ 37

СПИСОК КИНОФИЛЬМОВ И ДИАФИЛЬМОВ ПО ТЕХНИКЕ

Рекомендуемые в настоящем списке кинофильмы (к/ф) (на узкой пленке) и диафильмы (д/ф) могут быть использованы на уроках, во внеклассных занятиях, в лекционной работе, а также на пионерских сборах.

Для старших классов

1) *Ознакомление с производственными процессами и новой техникой*

к/ф «Бессемерование» . . . . . 2 ч.
» «Бурение нефтяных скважин» (звук.) . . 1 »
» «Будущие мореходы» (звук., Главкинопрокат) . . . . . 1 »
» «Волшебный глаз» (звук., Главкинопрокат) 1 »
» «Высокие скорости» (звук., Главкинопрокат) . . . . . 2 »
» «Второе Баку» (звук.) . . . . . 2 »
д/ф «Восемь великанов» (высотные здания) . 1 »
к/ф «Гидравлический пресс» . . . . . 1 »
д/ф «Гигант на берегу Каспия» . . . . . 2 »
» «Достижения СССР в области механизации сельского хозяйства» . . . . . 2 »
к/ф «Двигатель внутреннего сгорания взрывного типа» . . . . . 1 »
» «Двигатель внутреннего сгорания при постоянном давлении» . . . . . 1 »
» «Дорога имени Октября» (звук., Главкинопрокат) . . . . . 3 »
» «Добыча золота в Сибири» . . . . . 1 »
» «Диод» . . . . . 1 »
» «Железо» . . . . . 3 »
» «Жидкий воздух» . . . . . 2 »
» «Завод-автомат» (звук., Главкинопрокат) 2 »
» «Запись звука и его применение» . . . : 1 »
» «Использование свойств кругового движения в сепараторе» . . . . . 1 »
д/ф «История автомобиля» . . . . . 1 »
» «История паровоза» . . . . . 1 »
» «История в пустыне» . . . . . 1 »
к/ф «Кузбасс» . . . . . 1 »
» Киножурнал «Наука и техника» . . . . 1 »
» «Новости сельского хозяйства» . . . .
» «Кислород и его применение» . . . . . 1 »
» «Крылатое племя» (звук., Главкинопрокат) 2 »
д/ф «Как самому сделать проектор» . . . . 1 »
» «Как возникли железные дороги» . . . 1 »
» «Мартеновская сталь» . . . . . 2 »
» «Механизация лесозаготовок» (звук., Главкинопрокат) . . . . . 3 »
» «Механизация посева» (звук., Главкинопрокат) . . . . . 3 »
д/ф «На стройках Москвы» (звук., Главкинопрокат) . . . . . 4 ч.
» «Поваренная соль и ее добыча» . . . . 3 »
» «Производство стекла» . . . . . 1 »
к/ф «Производство цемента» . . . . . 1 »
» «Производство калийных удобрений» . . 3 »
» «Паровоз» . . . . . 2 »
» «Принцип действия телефона» . . . . . 2 »
» «Передовые методы кирпичной кладки» (звук., Главкинопрокат) . . . . . 2 »
д/ф «Показывает Москва» . . . . . 1 »
к/ф «Планеристы» (звук., Главкинопрокат) . 1 »
д/ф «Разведчики недр» . . . . . 1 »
к/ф «Радиолокация» . . . . . 2 »
д/ф «Радиолокация и ее применение» . . . 1 »
» «Россия — родина трактора» . . . . . 1 »
к/ф «Рассказ о магните» (звук., Главкинопрокат) . . . . . 2 »
» «Сталинградский тракторный завод» (звук., Главкинопрокат) . . . . . 3 »
» «Сталевары» (звук., Главкинопрокат) . . 2 »
» «Тихоокеанские промыслы» . . . . . 1 »
» «Ультразвуковой дефектоскоп» . . . . 1 »
» «Фосфорнокислые удобрения» . . . . . 2 »
» «Чудесное зрение» (звук., Главкинопрокат) 1 »
д/ф «Что такое радио» . . . . . 1 »
к/ф «Эхолот» . . . . . 1 »

2) *Энергетика*

к/ф «Использование кинетической энергии ветра» . . . . . 1 ч.
» «Малая колхозная гидроэлектростанция» (звук., Главкинопрокат) . . . . . 3 »
» «Огни Урала» (звук., Главкинопрокат) . . 3 »
д/ф «Огни колхозных электростанций» . . . 1 »
к/ф «Шлюз» . . . . . 1 »
д/ф «Энергетика» . . . . . 1 »
» «Электрификация страны социализма» . 1 »

3) *Сельское хозяйство*

к/ф «Биологические методы борьбы с вредными насекомыми» . . . . . 3 ч.
» «Белое золото» (звук., Главкинопрокат) . 3 »
» «Вегетативное размножение растений» . 3 »
» «Выращивание растений в парниках» . . 1 »
» «В дружбе с наукой» (за высокий урожай кукурузы) (звук., Главкинопрокат) . . . 1 »
» «Выращивание уток» (звук., Главкинопрокат) . . . . . 3 »
» «Зябь—основа высоких урожаев» (звук., Главкинопрокат) . . . . . 2 »
» «Защита полевых культур от вредных насекомых» (звук., Главкинопрокат) . . . 2 »
» «Колорадский жук» . . . . . 1 »
» «Куроводство» . . . . . 1 »

к/ф «Колхозные птицефермы» (звук., Главкинопрокат) . . . . . 4 ч.
» «Колхоз «Рассвет» (звук., цветн., Главкинопрокат) . . . . . 4 »
» «Караваевские животноводы» (звук., Главкинопрокат) . . . . . 1 »
» «Мичуринские методы селекции» . . . . 4 »
» «Механизация посева» (звук., Главкинопрокат) . . . . . 1 »
» «Новая отечественная порода — «сычевская» (звук., Главкинопрокат) . . . . . 1 »
» «Опыты по вегетативной гибридизации» . 1 »
» «Подсолнечник» . . . . . 1 »
» «Паровая обработка почвы» (звук., Главкинопрокат) . . . . . 3 »
» «Работы Мичурина» . . . . . 3 »
» «Рис» . . . . . 2 »
» «Размножение рыб» . . . . . 1 »
» «Селекция и акклиматизация в животноводстве» . . . . . 2 »
» «Уход за зерновыми культурами» (звук., Главкинопрокат) . . . . . 3 »
» «У Белого моря» (звук., Главкинопрокат) 5 »
» «Чумиза» (звук., Главкинопрокат) . . . 2 »
» «Школьный сад» . . . . . 2 »
» «Эрозия почвы» (звук., Главкинопрокат) . 2 »

4) *Русские ученые, изобретатели и новаторы производства*

д/ф «Академик-большевик Вильямс В.» . . . .1 ч.
» «Докучаев В. В. — основатель русской науки о почвах» . . . . . 1 »
д/ф «Т. Д. Лысенко» . . . . . 1 »
» «Изобретатель радио А. С. Попов» . . . 1 »
к/ф «И. В. Мичурин — великий русский ученый и преобразователь природы» . . . . . 3 »
д/ф «Костычев П. А. — выдающийся русский ученый-агроном» . . . . . 1 »
к/ф «Кинодокументы о И. В. Мичурине» . . 1 »
» «Лауреат Сталинской премии Н. А. Российский» . . . . . 1 »
» «Лауреат Сталинской премии А. Чутких» . 1 »
» «Механик И. Кулибин» (звук., Главкинопрокат) . . . . . 2 »
» «Новаторы Уралмаша» (звук., Главкинопрокат) . . . . . 1 »
» «Первые крылья» (Можайский) (звук., Главкинопрокат) . . . . . 2 »
д/ф «Паша Ангелина», изд. 1950 г. . . . . 1 »
к/ф «Русский свет» (Яблочков) (звук., Главкинопрокат) . . . . . 2 »
д/ф «Циолковский — выдающийся ученый-изобретатель» . . . . . 1 »

ПРИЛОЖЕНИЕ 38

КРАТКИЙ ПЕРЕЧЕНЬ ЛИТЕРАТУРЫ ПО ВОПРОСАМ ТЕХНИКИ

Литература по обработке материалов

Акименко И. П., Альбом учебных таблиц по обработке дерева. Учпедгиз, 1949.

Акименко И. П., Методическое руководство по столярному делу. Учпедгиз, 1948.

Барг А. А., Мудров Г. Г., Материаловедение для столяров-краснодеревцев. Трудрезервиздат, 1952.

Цейтлин Н. Е., Советы по изготовлению учебных пособий и инвентаря. Учпедгиз, 1948.

Блюмин С. Г. и Барг А. А., Материаловедение. Углетехиздат, 1952.

Дубинин А. Д., Приемы слесарных работ (альбом). Машгиз, 1952.

Кувакин Д. А., Слесарное дело с основами материаловедения, изд. 9-е, переработанное и дополненное. Сельхозгиз, 1952.

Степанова Н. Г. и Рябинина Р. М., Материаловедение. Оборонгиз, 1953.

Шабалов С. М., Методическое руководство по слесарному делу (для инструкторов трудового обучения детских домов). Учпедгиз, 1946.

Медведюк Н. И. и Малян П. Б., Изделия из органического стекла. Гизместпром, 1948.

Успасский П. П., Плексиглас. Обработка и применение. Оборонгиз, 1943.

Горбенко Д. Н. и Федоров В. Н., Справочник слесаря. Трудрезервиздат, 1954.

Бруштейн Б. Е., Дементьев В. И., Токарное дело, изд. 3-е. Трудрезервиздат, 1953.

Долматовский Г. А., Замалин В. С., Справочник токаря. Трудрезервиздат, 1947.

Оглоблин А. Н., Справочник токаря, изд. 3-е, исправл. и дополненное. Машгиз, 1954.

Оглоблин А. Н., Справочник токаря, изд. 4-е, исправленное и доп., Машгиз, 1950.

Сердюков Н. В., Токарь. Оборонгиз, 1943.

Ятченко С. В., Токарное дело. Сельхозгиз, 1954.

Ланецкий Г. И., Скоростная обработка металлов резанием. Машгиз, 1948.

Заславский И. А., Гредитор М. А., Скоростное резание металлов. Металлургиздат, 1950.

Литература по черчению

Владимирский Г. А., Калецкий С. Ю., Черчение. Учпедгиз, 1952.

Иерусалимский А. М., Графическая грамота рабочего-изобретателя. Машгиз, 1950.

Каменев В. И., Курс машиностроительного черчения. Машгиз, 1951.

Коковин И. Н., Чтение строительных чертежей, изд. 2-е. Трудрезервиздат, 1952.

Куликов А. С., Проекционное черчение. Машгиз, 1954.

Меделяновский Н. А., Выполнение надписей стандартным шрифтом. Учпедгиз, 1953.

Могильный И. М., Техническое черчение. Машгиз, 1954.

Розов С. В., Курс черчения. Машгиз, 1954.

Серебряков А. А., Янковский К. А., Плешкин М. М., Черчение. Трудрезервиздат, 1953.

Федоренков В. А. и Шошин А. И., Справочник по машиностроительному черчению, изд. 3-е, исправленное и доп. Машгиз, 1953.

Четверухин Н. Ф., Методы геометрических построений. Учпедгиз, 1952.

Литература по физическим приборам

Клементьев С. Д., Модели, управляемые по радио. Госэнергоиздат, 1951 (масс. радиобиблиотека, выпуск 130).

Кажинский Б. Б., Простейшая гидроэлектростанция. Изд-во ДОСАРМа, 1950.

Мамаев Г. Н., После уроков. Опыты, самоделки, задачи по физике, астрономии и математике. Изд-во «Молодая гвардия», 1950.

Перельман Я. И., Физика на каждом шагу, изд. 3-е, дополн. Детгиз, 1936.

Покровский С. Ф., Опыты и наблюдения в домашних заданиях по физике. Учпедгиз, 1951.

Павлович С., Приборы и модели по неживой природе. Детгиз, 1953.

Рыкунин Б. В. и Шевелкин Д. С., Изготовление упрощенных самодельных физических приборов. Учпедгиз, 1953.

Рихтер Б. В. Самодельные приборы для физических опытов. Детгиз, 1951.

Албычев П. В., Самодельные приборы по физике. Учпедгиз, 1950.

Мартынова К. Е., Некоторые виды внеклассной работы по физике. Учпедгиз, 1953.

Карпинский Ю. К., Внеклассная работа по физике. Учпедгиз, 1951.

Берман Л., Азбука автотракторного дела. Детгиз, 1949.

Литература по электротехнике

Горячкин Е. Н., Электромонтаж на внеклассных занятиях по физике. Учпедгиз, 1951.

Булатов Н. П., Внеклассные занятия по электротехнике в средней школе. Учпедгиз, 1951.

Глазырин А. И., Самодельные демонстрационные приборы по физике и опыты с ними. Изд-во АПН РСФСР, 1953.

Карпинский Г. К., Юные физики. Свердловск. Обл. кн. изд-во, 1953.

Шатан А. А., Монтаж внутренней электропроводки в сельских электроустановках. Сельхозгиз, 1950.

Чеканов В. Д., Руководство к лабораторным работам по электротехнике. Металлургиздат, 1950.

Ивахненко В. П., Устройство и ремонт бытовых электроприборов. Гостехиздат Украины, 1950.

Абрамов А. и Хлебников П., Самодельные электрические и паровые двигатели. Детгиз, 1953.

Фатеев Е. М., Как сделать самому ветроэлектрический агрегат. ГЭИ, 1949.

Бабат Г. И., Электричество работает. Госэнергоиздат, 1950.

Литература по радиотехнике

Берг А. И. и Радовский М. И., Изобретатель радио А. С. Попов. Госэнергоиздат, 1950.

Казаков Г. А., Наша страна — родина радио. Изд-во ДОСААФа, 1952.

Честнов Ф., Радио сегодня. Воениздат, 1950.

Давыдов Г. М., Говорит Москва. Государственное издательство литературы по вопросам связи и радио, 1949.

Борисов В. Г., Радиокружок и его работа. Госэнергоиздат, 1951.

Комаров А. В., Массовые сетевые радиоприемники. Госэнергоиздат, 1950.

Комаров А. В., Массовые батарейные приемники. Госэнергоиздат, 1951.

Батраков А. Д., Элементарная радиотехника. Госэнергоиздат, 1951.

Жеребцов И. П., Элементарная электротехника, изд. 2-е. Связьиздат, 1953.

Жеребцов И. П., Радиотехника (пособие для радиолюбителей). Государственное издательство литературы по вопросам связи и радио, 1949.

Кин С. Э., Азбука радиотехники. Госэнергоиздат, 1949.

Борисов В. Г., Юный радиолюбитель. Госэнергоиздат, 1951.

Сметанин Б. М., Юный радиоконструктор, Изд-во «Молодая гвардия», 1953.

Гурфинкель Б. Б., Приемно-усилительные электронные лампы. Госэнергоиздат, 1949.

«Справочная книга радиолюбителя», под редакцией В. И. Шамшура. Госэнергоиздат, 1951.

Левитин Е. А., Налаживание приемников. Госэнергоиздат, 1949.

Сачков Д. Д., Конструирование радиоаппаратуры. Госэнергоиздат, 1951.

Сметанин Б. М., Радиоконструктор. Госэнергоиздат, 1949.

Герасимов С. М., Расчет радиолюбительских приемников. Госэнергоиздат, 1951.

Осипов К. Д., Ламповый вольтметр. Госэнергоиздат, 1950.

Орлов В. А., Измерительная лаборатория радиолюбителя. Госэнергоиздат, 1951.

Спижевский И. И., Гальванические батареи и аккумуляторы. Госэнергоиздат, 1949.

Шипов В. В. и Давыдов Г. М., Источники тока для батарейных радиоприемников. Связьиздат, 1951.

Кризе С. Н., Расчет маломощных силовых трансформаторов и дросселей фильтров. Госэнергоиздат, 1950.

Мазель К. Б., Выпрямители и стабилизаторы напряжения. Госэнергоиздат, 1951.

Клопов А. Я., Путь в телевидение. Госэнергоиздат, 1949.

Клопов А. Я., Сто ответов на вопросы любителей телевидения. Госэнергоиздат, 1949.

Юрченко В. П., Первая книга по телевидению. Госэнергоиздат, 1951.

Батраков К. В. и Клопов А. Я., Рассказ о телевизоре. Госэнергоиздат, 1951.

Литература по машиностроению

«Элементы механизмов», под редакцией С. Н. Кожевникова. Оборонгиз, 1950.

Добровольский В. А., Детали машин. Госиздат технической литературы, 1951.

Справочник конструктора точных приборов, под редакцией Левина И. Я. Оборонгиз, 1953.

Чурабо Д. Д., Детали и узлы приборов. Машгиз, 1952.

Турбин Б. Г., Сельскохозяйственные машины. Сельхозгиз, 1954.

Рудаков Г. Ф. и Ураевский А. М., Сельскохозяйственные машины и орудия для механизации полеводства. Трудрезервиздат, 1953.

Лунев В. И., Техническая механика. Машгиз, 1954.

Павлов Я. М., Детали машин. Машгиз, 1954.

Литература по судостроению

«Программы кружков внешкольных детских учреждений первого, второго и третьего года обучения». Учпедгиз, 1954.

Кривоносов Л. М., Проектирование корпуса плавающей модели корабля. Изд-во ДОСААФа, 1951.

Лучининов С., Юный кораблестроитель. Изд-во «Молодая гвардия», 1950.

Сулержицкий Д., Модель яхты. Изд-во ДОСАРМа, 1949.

Романов И., Простейшие двигатели для морских моделей. Изд-во ДОСАРМа, 1950.

Максимихин И., Модель эсминца. Изд-во ДОСАРМа, 1950.

Максимихин И., Модель грузопассажирского судна. Изд-во ДОСААФа, 1952.

Александрова М., Модель линейного корабля. Изд-во ДОСАРМа, 1950.

Кирилов А., Торпедный катер. Воениздат, 1948.

Корниенко Д., Мильграм Н., Военно-Морской Флот Советской социалистической державы. Военмориздат, 1952.

Черноусенко А. Л., Классы и типы военных кораблей. Изд-во «Военные знания», 1951.

Литература по авиастроению

Бабаев Н., Советский авиамоделизм. Изд-во ДОСААФа, 1951.

Бабаев Н. и Кудрявцев С., Летающие игрушки и модели. Оборонгиз, 1946.

Гаевский О. К., Скоростная кордовая летающая модель. Изд-во ДОСААФа, 1951.

Костенко И. и Микиртумов Э., Рекордные летающие модели. Оборонгиз, 1950.

Костенко И. и Микиртумов Э., Летающие модели. Детгиз, 1951.

Микиртумов Э. Д. и Павлов П. С., Комнатные летающие модели. Оборонгиз, 1951.

Скобельцын В. С., Как сделать летающую модель самолета. Детгиз, 1951.

Трунченков Н. С., Регулировка и запуск летающих моделей. Изд-во ДОСАРМа, 1950.

Трунченков Н. С., Как строить летающие модели. Оборонгиз, 1951.

Филиппычев А. В., Поршневые моторы для летающих моделей. Оборонгиз, 1951.

Гаевский О. К., Технология изготовления авиационных моделей. Оборонгиз, 1953.

Литература по практическим занятиям

«Политехническое обучение в школе». Под ред. М. А. Мельникова и М. Н. Скаткина. Изд-во АПН, 1953.

Горячкин Е. Н., Электромонтаж на внеклассных занятиях по физике. Учпедгиз, 1951.

Булатов Н. П., Внеклассные занятия по электротехнике в средней школе. Учпедгиз, 1953.

Глазырин А. И., Самодельные демонстрационные приборы по физике и опыты с ними. АПН РСФСР, 1953.

Карпинский Г. К., Юные физики. Свердловское областное книжное изд-во, 1953.

Цейтлин Н. Е., Советы по изготовлению учебных пособий и инвентаря. Учпедгиз, 1948.

Шатан А. А., Монтаж внутренней электропроводки. Сельхозгиз, 1950.

Чеканов В. Д., Руководство к лабораторным работам по электротехнике. Металлургиздат, 1950.

Клементьев С. Д., Самодельные гальванические элементы и аккумуляторы. Детгиз, 1948.

Абрамов А. и Куличенко В., Юный техник. Детгиз, 1941.

Ивахненко В. П., Устройство и ремонт бытовых электроприборов. Гостехиздат Украины, 1950.

Фатеев Е. М., Как сделать самому ветроэлектрический агрегат. ГЭИ, 1949.

Сборник «Умелые руки», изд. 2 е. Изд-во «Молодая гвардия», 1954.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие 3

ОРГАНИЗАЦИЯ И СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ ТЕХНИЧЕСКИХ КРУЖКОВ

Оборудование мастерской и инструменты . 18

РАБОТА С МАТЕРИАЛАМИ

РАБОТА С ДРЕВЕСИНОЙ 29
Строение древесины 30
Технические свойства древесины 32
Пиление 34
Строгание 36
Долбление 40
Заточка и правка столярных инструментов 40
Сверление 42
Соединение изделий из древесины . . . 43
РАБОТА С МЕТАЛЛАМИ 49
Правка и гнутье металла 50
Рубка 51
Резание 53
Опиловка 54
Сверление отверстий 57
Нарезание резьбы 58
Соединение металлических деталей . . . 60
ОТДЕЛКА ИЗДЕЛИЙ 66
Отделка изделий из древесины 66
Отделка поверхности металлических деталей приборов и моделей 77
Термическая обработка металлов 80
ТОКАРНЫЕ СТАНКИ ПО ДЕРЕВУ И РАБОТА НА НИХ 81
РАБОТА НА СВЕРЛИЛЬНЫХ СТАНКАХ . 84
ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ 85
ТОКАРНЫЕ СТАНКИ ПО МЕТАЛЛУ . . . 88
РАБОТА С ПЛАСТИЧЕСКИМИ МАССАМИ 93
РАБОТА СО СТЕКЛОМ 98
Резание листового стекла 98
Сверление листового стекла 100
Резание стеклянных трубок 100
Сгибание стеклянных трубок 100
Оттягивание стеклянных трубок 101
Изготовление матовых стекол 102
Окрашивание стекла 102
Склеивание стекла 102
Закрепление стекла в деревянных и металлических рамах и оправах 102
ЧЕРТЕЖ, РАЗМЕТКА И КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ . . 103
Форматы чертежей 105
Масштабы чертежей 105
Линии чертежа 105
Надписи на чертежах 106
Нанесение размеров на чертежи 106
Обозначение допусков 109
Обозначение чистоты поверхности деталей из металла 109
Как делается чертеж 109
Чтение чертежей 110
Разметка и разметочный инструмент . . 110

ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ КРУЖОК

КОНСТРУИРОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ И ПРИБОРОВ 123
МОДЕЛИ, ПРИБОРЫ И ФИЗИЧЕСКИЕ ОПЫТЫ 130
Простейшие приборы и модели по физике . 130
Модель автомашины с инерционным двигателем 137
Воздушный двигатель 140

Роторный ветродвигатель для питания радиоустановок 143
Демонстрационный генератор быстропеременных токов 149
Поляризованный свет и опыты с ним . . 151

ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ КРУЖОК

О КОНСТРУИРОВАНИИ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ И ПРИБОРОВ . . 163
Электромагниты 165
Пусковые электромагнитные реле 168
Трансформаторы 170
Конструирование электродвигателей . . . 175
ТИПОВЫЕ ПРИБОРЫ И МОДЕЛИ ПО ЭЛЕКТРОТЕХНИКЕ 180
Простейшие приборы и модели 180
Приборы, демонстрирующие принцип действия электромоторов 182
Электродвигатели для моделей 183
Приборы и установки по автоматике . . 188
Модели с фотоэлементом 191
Электроискровая обработка материалов . 194
Действующая модель электротрактора . . 198

РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ КРУЖОК

КОНСТРУИРОВАНИЕ И ИСПЫТАНИЕ РАДИОАППАРАТУРЫ 214
РАДИОКОНСТРУКЦИИ ДЛЯ ЮНЫХ РАДИОЛЮБИТЕЛЕЙ 229
Простейший усилитель для граммзаписи . 230
Переносный пионерский приемник . . . 231
Двухламповый радиоприемник 234
Ультракоротковолновый приемник . . . 237
Школьный радиоузел 238
Автоматические радиотехнические приборы 243
«Малая» измерительная лаборатория . . 245

МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ КРУЖОК

НЕКОТОРЫЕ СВЕДЕНИЯ О МАШИНАХ И МЕХАНИЗМАХ 265
КОНСТРУИРОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ МАШИН 268
ВИДЫ ДВИЖЕНИЙ И ПЕРЕДАТОЧНЫЕ МЕХАНИЗМЫ 271
Вращательное движение 271
Фрикционная передача 272
Зубчатая передача 272
Ременная передача 277
Кривошипно-шатунные механизмы . . . 279
Кулисные механизмы 280
Храповые механизмы 281
Кулачковые механизмы 282
Шарнирно-рычажные механизмы 283
Цепная передача 283
Червячная передача 286
ОСИ, ВАЛЫ И ПРУЖИНЫ 288
МОДЕЛИ ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН . . 291
Действующая модель погрузочно-разгрузочного механизма 291
Действующая модель подъемного крана . 293
МОДЕЛИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН 296
Модель трактора 297
Тракторная дисковая борона 299
Тракторные грабли 301
Модель трехбрусной сенокосилки 304
Модель жатки-самосброски 308
УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ТОКАРНЫЙ СТАНОК 314

СУДОМОДЕЛЬНЫЙ КРУЖОК

ЭЛЕМЕНТЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МОДЕЛЕЙ СУДОВ 325
Основные сведения по теории корабля . . 325
ПОСТРОЙКА МОДЕЛЕЙ СУДОВ 334
ДВИГАТЕЛИ ДЛЯ МОДЕЛЕЙ 348
Резиномотор 348
Пружинные двигатели 348
Электрические двигатели 349
Компрессионные двигатели 349
Двигатель Ф-21 354
Паровая машина ЦММЛ-К-5 355
Двигатель ПВРД 360
ДВИЖИТЕЛИ ДЛЯ МОДЕЛЕЙ СУДОВ . . 362
Гребной винт 362
Гребные винты изменяемого шага . . . 364
МЕХАНИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА И ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ САМОХОДНЫХ МОДЕЛЕЙ СУДОВ 367
Редукторы 367
Автоматический замыкатель тока из бельевой зажимки 370
Пружинный замыкатель тока с куском сахару 370
Пружинный автомат с куском сахару для всплытия модели подводной лодки . . 371
Гидравлический автомат для остановки и всплытия модели подводной лодки . . 371
Механизм для автоматического управления моделью корабля 371
СБОРКА МОДЕЛЕЙ И ИСПЫТАНИЕ ИХ НА ВОДЕ 374
ПОСТРОЙКА САМОХОДНЫХ МОДЕЛЕЙ СУДОВ 376
Модель самоходной подводной лодки «Малютка» 376
Простейшая модель швертбота 378
Модель спортивного катера Б-4 381
Модель эскадренного миноносца «Храбрый» 383
Модель яхты класса «П» 385
Моторная лодка с подвесным мотором . . 388

АВИАМОДЕЛЬНЫЙ КРУЖОК

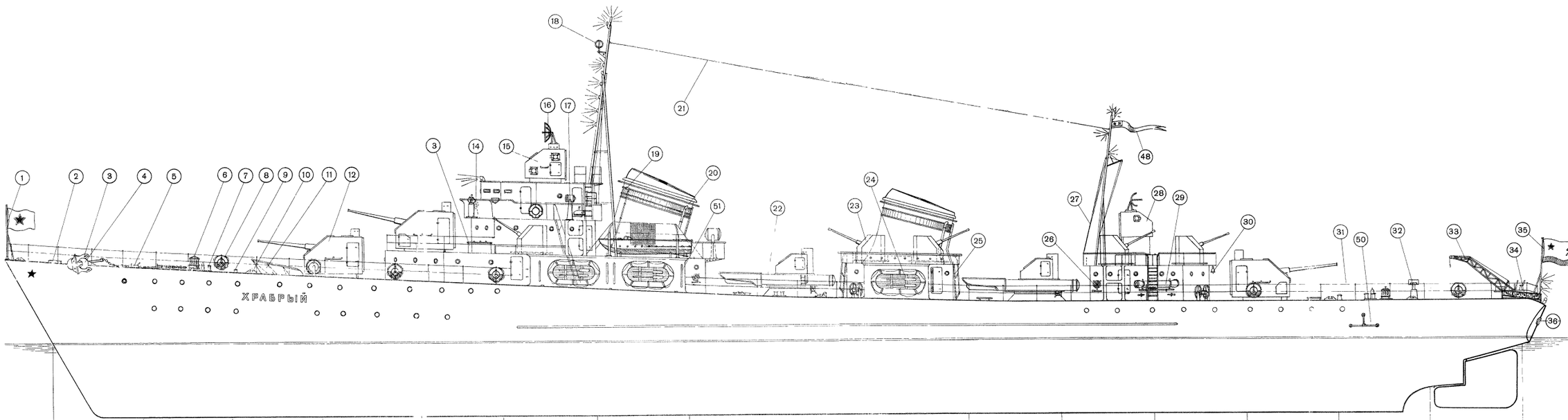
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛЕТАЮЩИХ МОДЕЛЕЙ 402
КОНСТРУИРОВАНИЕ ЛЕТАЮЩИХ МОДЕЛЕЙ 413
ПОСТРОЙКА ЛЕТАЮЩИХ МОДЕЛЕЙ . . 426
Схематическая модель планера 426
Схематическая модель самолета 428
Схематическая модель самолета (рекордного типа) 431
Фюзеляжная модель планера 435
Фюзеляжная модель самолета с резиновым мотором 444
Фюзеляжная модель самолета с механическим двигателем (парящего типа) . . 449
РЕГУЛИРОВКА И ЗАПУСК ЛЕТАЮЩИХ МОДЕЛЕЙ 456
Регулировка модели планера 456
Регулировка модели самолета 460
Регулировка моделей с механическим двигателем 461

МАССОВАЯ РАБОТА ПО ТЕХНИКЕ 463

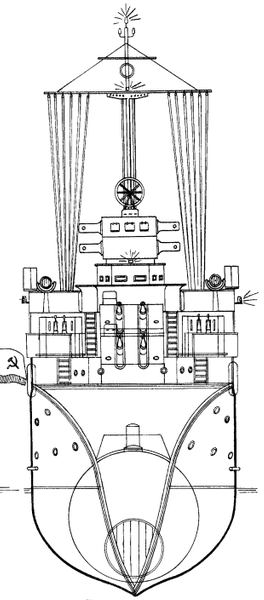
ПРИЛОЖЕНИЯ

1. Типовой перечень оборудования на 15 рабочих мест. 481
2. Характеристики наиболее употребительных металлов 482
3. Тематический план работы физико-технического кружка 484
4. Темник 487
5. Программа кружка по изучению проекционной и немой узкопленочной аппаратуры 488
6. Краткий примерный перечень экскурсий 489
7. Тематический план работы электротехнического кружка 490
8. Условные обозначения на электротехнических схемах 495
9. Условные обозначения на кинематических схемах 496
10. Электрическое сопротивление металлов и сплавов 497
11. Сопротивление и вес медной проволоки разных диаметров 497
12. Типовые Ш-образные пластины и сердечники для трансформаторов и дросселей низкой частоты 498
13. Таблица справочных данных по обмоточным проводам 500
14. Наивысшая допустимая нагрузка током изолированных проводов и потребные для них предохранители 502
15. Электроизмерительные приборы . . . 502
16. Барретеры для бестрансформаторного и универсального питания ламповых вольтметров 503
17. Стабилизаторы напряжения для поддержания постоянства режима работы лампового вольтметра 503
18. Параметры и характеристики цезиевых фотоэлементов 503
19. Основные параметры и характеристики сурьмяно-цезиевых фотоэлементов . . 504
20. Данные щелочных аккумуляторов . . 504
21. Данные кислотных аккумуляторов . . 505
22. Таблица справочных данных маломощных кенотронов 505
23. Условные обозначения на радиосхемах 506
24. Приемно-усилительные лампы постоянного тока 507
25. Цоколевка приемно-усилительных сетевых, батарейных, выпрямительных и некоторых сетевых ламп 508
26. Сетевые приемно-усилительные лампы 510
27. Техническая характеристика элементов и батарей 511
28. Новые обозначения наиболее употребительных приемно-усилительных ламп 512
29. Таблицы для изготовления шестерен . 513
30. Звездочки для цепной передачи . . . 514
31. Таблица для подбора винтовых пружин 515
32. Шарикоподшипники 516
33. Классификационная таблица самоходных, парусных и настольных морских моделей 517
34. Соотношения между длиной, шириной и осадкой судна 518
35. Значение коэффициента полноты водоизмещения 518
36. Значение масштабных чисел в различных степенях 518
37. Список кинофильмов и диафильмов по технике 519
38. Краткий перечень литературы по вопросам техники 520

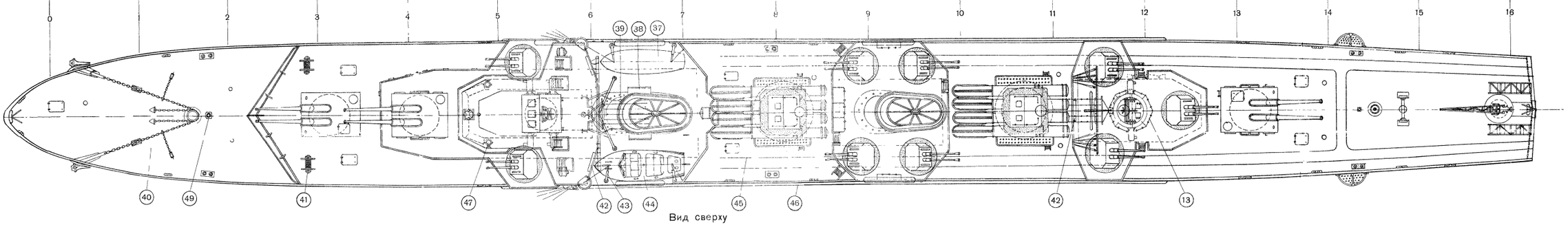
ЧЕРТЕЖ МОДЕЛИ ЭСКАДРЕННОГО МИНОНОСЦА „ХРАБРЫЙ“



Вид сбоку

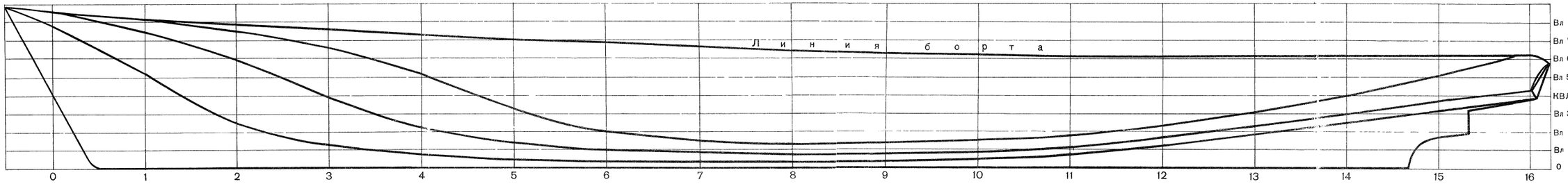


Вид спереди

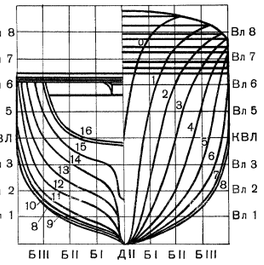


Вид сверху

БОК

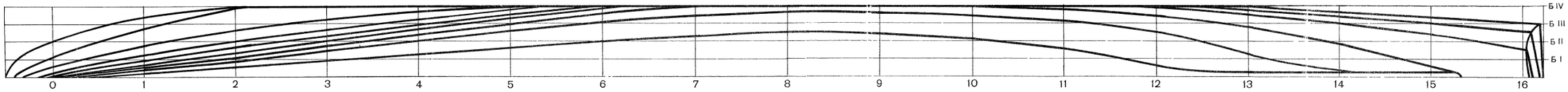


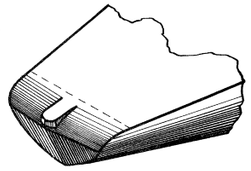
Корпус



М=1:75

ПОЛУШИРОТА

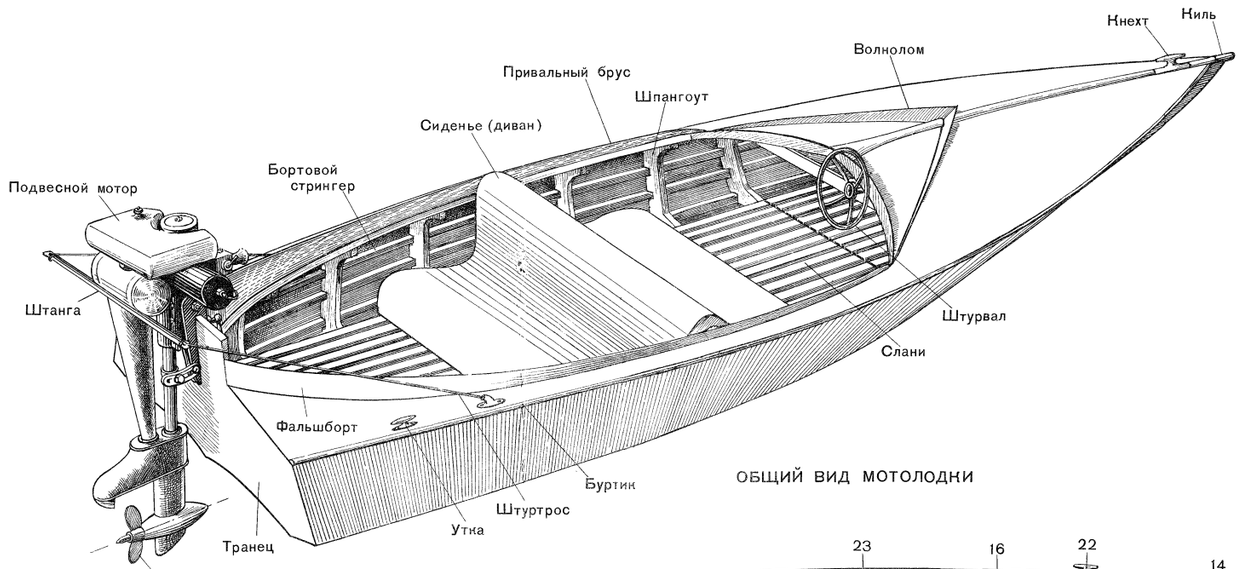




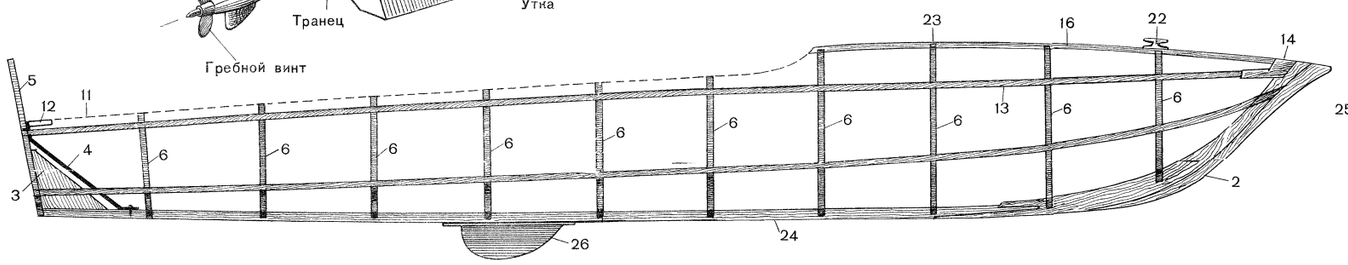
Кормовые обводы

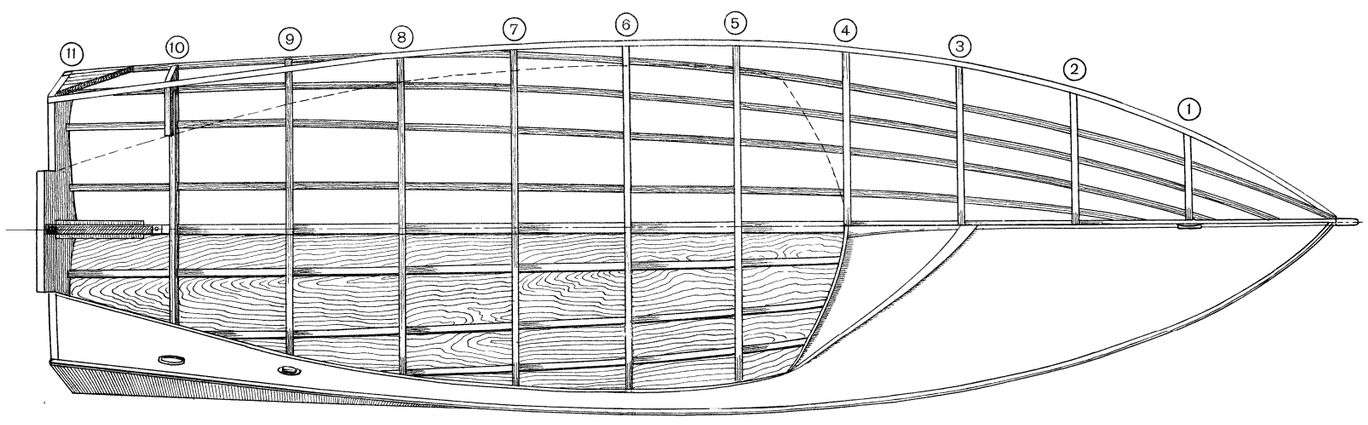
ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ЧЕРТЕЖ МОДЕЛИ ЭСКАДРЕННОГО МИНОНОСЦА „ХРАБРЫЙ“

МОТОРНАЯ ЛОДКА „Б-5“

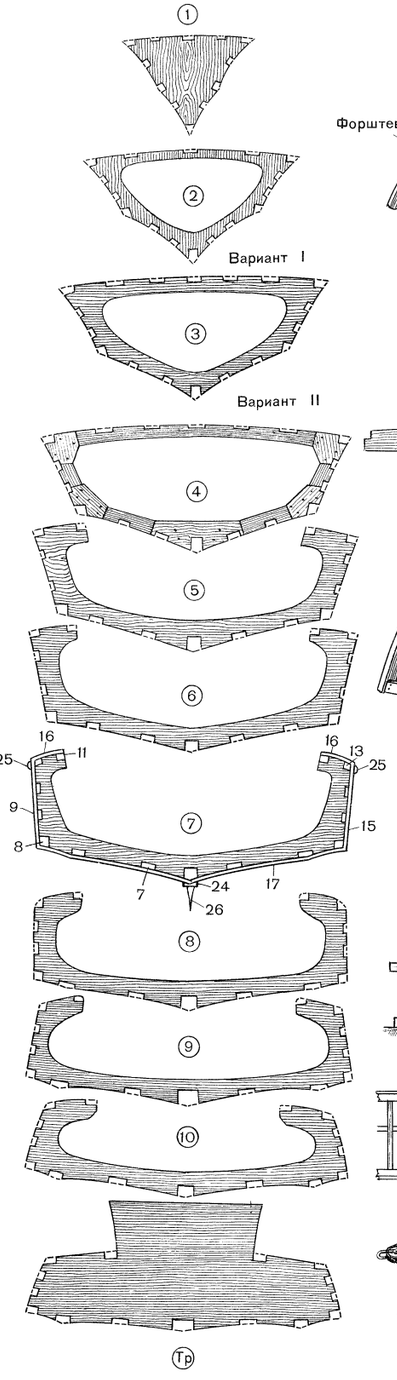


ОБЩИЙ ВИД МОТОЛОДКИ



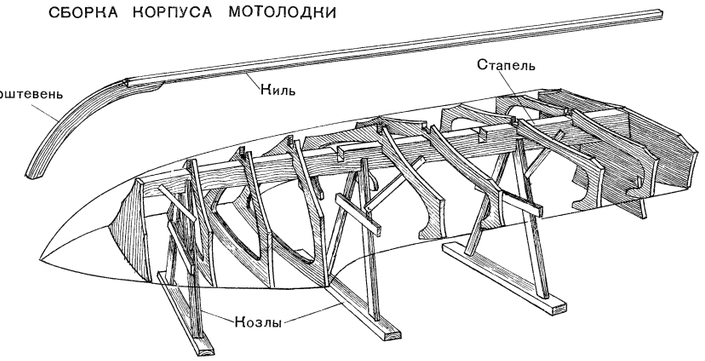


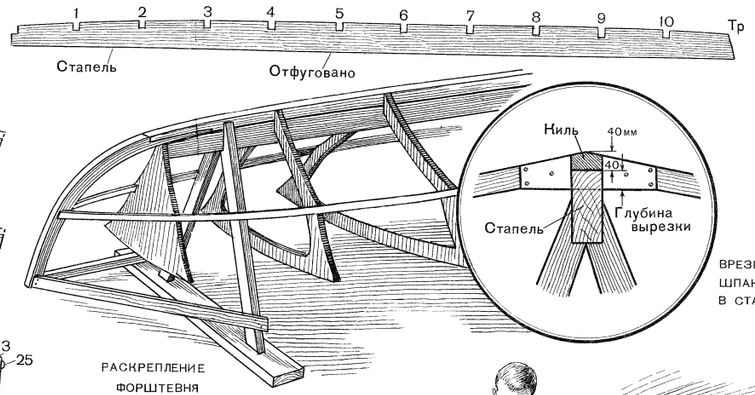
КОНСТРУКТИВНЫЙ ЧЕРТЕЖ МОТОЛОДКИ „Б-5“



НАБОР ШПАНГОУТОВ В МАСШТАБЕ М=1:10

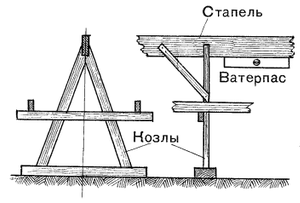
СБОРКА КОРПУСА МОТОЛОДКИ

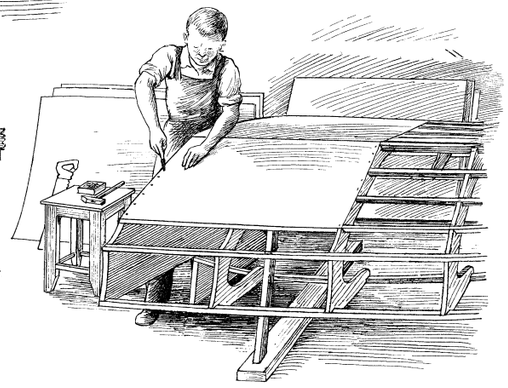




ВРЕЗКА ШПАНГОУТОВ В СТАПЕЛЕ

РАСКРЕПЛЕНИЕ ФОРШТЕВНЯ





ОБШИВКА МОТОЛОДКИ

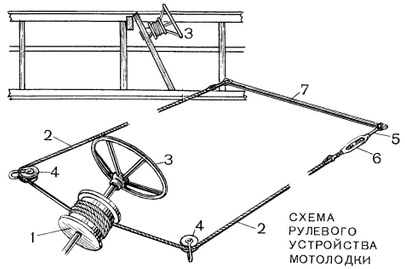
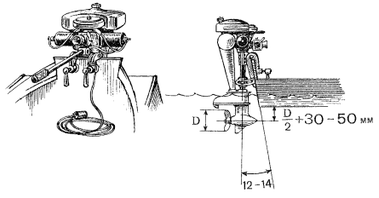
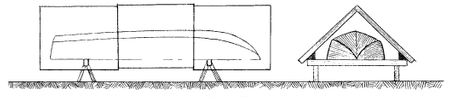


СХЕМА РУЛЕВОГО УСТРОЙСТВА МОТОЛОДКИ



УСТАНОВКА ПОДВЕСНОГО МОТОРА НА МОТОЛОДКЕ



ХРАНЕНИЕ МОТОЛОДКИ

ДОРОГИЕ ЧИТАТЕЛИ!

Присылайте ваши отзывы о содержании, художественном оформлении и полиграфическом исполнении книги, а также пожелания авторам и издательству.

Укажите ваш адрес, возраст, профессию. Пишите по адресу: Москва, А-55, Сущевская ул., д. 21, издательство «Молодая гвардия», массовый отдел.

Переплет, титул и шмуцтитулы художн. *Б. Стариса*
Рисунки художн. *Бельского, Завалова, Наумова, Пивоварова*

Редактор *И. Вронская*
Художественный редактор *В. Плешко*
Технический редактор *Л. Волкова*

*

А04204 Подп. к печати 27/VII 1955 г.
Бумага 84×108 1/16=16,5 бум. л.=54,12 печ. л.
+ 1 вкладка. Уч.-изд. л. 53,5.
Тираж 100 000 экз. Цена 17 р. 75 к.
Заказ 2467

*

Типография «Красное знамя»
изд-ва «Молодая гвардия».
Москва, А-55, Сущевская, 21.

17р. 75к.

МОЛОДАЯ ГВАРДИЯ